

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Departamento de Ingeniería Eléctrica



PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

Titulación: I.T.I. Electricidad.

Alumno: Francisco Escámez Fernández.

Directores: Juan Martínez Tudela.

Juan Álvaro Fuentes Moreno.

Cartagena, Junio 2010.

INDICE

DOCUMENTO Nº1: **ESTUDIO DE ILUMINACIÓN**

DOCUMENTO Nº2: **DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

DOCUMENTO Nº3: **JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE COMPONENTES**

DOCUMENTO Nº4: **EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO**

DOCUMENTO Nº5: **PLANOS**

DOCUMENTO Nº6: **ANEXOS**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Departamento de Ingeniería Eléctrica



PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

Titulación: I.T.I. Electricidad.

Alumno: Francisco Escámez Fernández.

Directores: Juan Martínez Tudela.

Juan Álvaro Fuentes Moreno.

Cartagena, Junio 2010.



Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

INDICE

1. PLANTEAMIENTO	2
2. ALTERNATIVAS DE SOFTWARE	2
3. MEDICIONES DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN EN INSTALACIONES REALES CONECTADAS A RED EN FUNCIONAMIENTO. 3	
4. LISTA DE SIMULACIONES.....	10
5. NIVEL DE ILUMINACIÓN	10
6. TIPOS DE LUMINARIAS	11
7. ANÁLISIS Y DISPOSICIÓN DE CADA LUMINARIA	12
8. SOLUCIÓN IDONEA	12
9. CARACTERÍSTICAS DE TODAS LAS SIMULACIONES	12
10. SIMULACIONES.....	13
10.1 Simulación 1x2x36w	13
10.2 Simulación 1x36w	17
10.3 Simulación 1x36w+6 LED	21
10.4 Simulación 6 LED.....	25



1. Planteamiento

El propósito de este estudio es determinar si es viable la utilización de tecnología fotovoltaica para la iluminación de la instalación.

Una de las razones por las cuales se plantea la posibilidad de la realización del proyecto es que no se necesita hacer zanjas ni suspender cables, que en muchos casos representan un problema logístico, puesto que esta instalación está aislada de la red eléctrica.

Se han presentado varias opciones de iluminación, algunas con niveles de iluminación considerables y otras no tanto, pero en este caso lo que prima además de un nivel de iluminación adecuado, es que el consumo no sea alto, puesto que si se decide utilizar un número mayor de equipos de iluminación para conseguir un nivel de iluminación también mayor, claro está que el consumo también aumenta, y por consiguiente la instalación también se encarece en la misma proporción. Por lo tanto el diseño de la instalación fotovoltaica viene determinado por la opción de iluminación que se escoja.

Recapitulando, el sistema debe cumplir las siguientes directivas:

- Ser autónomo. Por lo tanto no se necesitan zanjas ni cables que conecten con la red eléctrica.
- Debe poseer un bajo consumo de energía eléctrica.
- Debe poseer un nivel de iluminación adecuado.
- Un coste no muy elevado.

2. Alternativas de Software

Para el estudio que se lleva a cabo se empleará una herramienta informática que nos permite simular diferentes opciones de instalación sin tener que construir físicamente la instalación, lo que deja abierto un gran abanico de posibilidades sin necesidad gastar dinero.

En el mercado existen muchos programas para el diseño de iluminación tales como:

indalux

<http://www.indalux.es>

mura

<http://www.lamp.es>

ornalux

<http://www.ornalux.com>

LXstudio

<http://www.lightteam.com>



calculux

<http://in.solit.us/archives/dcode/1441560881/>

lumenlux

<http://in.solit.us/archives/dcode/2499603446/>

LUX-IEP

Normalmente cada fabricante tiende a desarrollar su propio software de iluminación para sus productos, lo que supone que todos los datos de fotometría disponibles son solo de sus productos, por lo que no se pueden añadir otros. En este caso el software puede ser muy bueno, pero no permite realizar todas las simulaciones que se desearía si se dispusiese de una base de datos más grande.

En muchos casos el entorno gráfico no varía de un fabricante a otro, lo único que cambia es la base de datos.

También existen otros programas de cálculo más complicados pero que no son freeware (gratuitos) con lo cual no es una opción a tener en cuenta.

Pero en el presente estudio se ha empleado el programa de diseño de iluminación **DIALUX 4.2**, por varias razones:

- El software es gratuito, lo cual es un dato muy interesante. Este software está financiado por los fabricantes.
- Es una herramienta de diseño muy potente tanto para cálculos de interiores como exteriores.
- El software dispone de una gran variedad de bases de datos, puesto que está respaldado por un gran número de fabricantes, tales como Philips, y Osram entre otros, que han apostado por el programa cediendo sus catálogos de productos y los datos fotométricos necesarios para los cálculos.

El software utilizado puede ser descargado en la siguiente página web:

DIALUX 4.2

<http://www.dial.de/CMS/Spanish/Articles/DIALux/Features/Features.html>

3. Mediciones de los niveles de iluminación en instalaciones reales conectadas a red en funcionamiento

Las siguientes fotografías han sido tomadas en diferentes ubicaciones de la ciudad de Cartagena y servirán para proporcionar una visión más real de lo que se pretende conseguir con el estudio de iluminación de este proyecto. Las mediciones han sido tomadas a la altura del plano de trabajo de 0.85m. La primera foto de cada lugar muestra el nivel de iluminación medido fuera del toldo, y las siguientes las medidas dentro del recinto del toldo a la altura del plano de trabajo.



Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN



Il Café di Roma 20 lux



Il Café di Roma 100 lux



Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN





Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN





Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN





Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN





Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN





4. Lista de simulaciones

- 1) Simulación Luminaria 1x2x36w**
- 2) Simulación Luminaria 1x2x36w + 2x1x18w +12led
- 3) Simulación Luminaria 1x2x36w + 2x1x18w +8led
- 4) Simulación Luminaria 1x2x36w + 2x1x18w
- 5) Simulación Luminaria 1x2x36w +12led
- 6) Simulación Luminaria 1x2x36w +led flood
- 7) Simulación Luminaria 1x36w**
- 8) Simulación Luminaria 2x1x18w lateral
- 9) Simulación Luminaria 2x1x18w
- 10) Simulación Luminaria 2x1x36w
- 11) Simulación Luminaria 2x2x18w lateral
- 12) Simulación Luminaria 2x2x36w
- 13) Simulación Luminaria 1x36w+ 6led**
- 14) Simulación Luminaria 6led**
- 15) Simulación Luminaria 3x1x18w
- 16) Simulación Luminaria 4x1x18w lateral
- 17) Simulación Luminaria 6x2x11w
- 18) Simulación Luminaria 6x2x11w 55°
- 19) Simulación Luminaria 6x2x11w 70°
- 20) Simulación Luminaria 10 led 100lm
- 21) Simulación Luminaria 12 led
- 22) Simulación Luminaria 14 led
- 23) Simulación Luminaria 1x36w +24led flood
- 24) Simulación Luminaria 16 led flood
- 25) Simulación Luminaria 24 led flood
- 26) Simulación Luminaria 18 led flood
- 27) Simulación Luminaria 16 led flood A
- 28) Simulación Luminaria 17 led flood
- 29) Simulación Luminaria 15 led flood
- 30) Simulación Luminaria 14 led flood
- 31) Simulación Luminaria led linearlight OSRAM

5. Nivel de iluminación

A la vista de las simulaciones y teniendo en cuenta también los datos de instalaciones que están funcionando y además la recomendaciones de la C.E.I., se puede aventurar que los niveles de iluminación más adecuados se sitúan entre 100 y 200 lux. Claro está que cuanto mayor es el nivel de iluminación que se escoge mayor será el consumo de la instalación, y por tanto más costosa.

Un detalle a tener en cuenta en las simulaciones es que se ha supuesto que no se aporta nada de iluminación exterior, que es el supuesto más desfavorable. Y además el coeficiente de reflexión de los laterales es nulo suponiendo que no se refleja nada en los laterales.



6. Tipos de luminarias

En principio básicamente en el estudio se ha optado por dos tecnologías diferentes: la tecnología fluorescente y la tecnología LED (diodos emisores de luz), cada una de ellas con sus ventajas e inconvenientes

Ventajas y desventajas de la tecnología fluorescente:

- Los niveles de iluminación alcanzados son altos. Flujo luminoso de 3350 lm para una lámpara de 36w.
- Funcionan bien para cubrir espacios relativamente amplios, y bajos.
- Resulta mucho más económica que la tecnología LED y otras tecnologías como la incandescente (en relación duración-coste).
- Su duración es relativamente alta.

Ventajas y desventajas de la tecnología LED:

- La iluminación con diodos resulta más efectiva para la iluminación localizada, pero para este proyecto se necesita una iluminación más amplia.
- Los niveles de iluminación son bajos.
- El precio de esta tecnología es cara en relación con otras opciones.
- Se precisa de un número alto de unidades para conseguir el nivel de iluminación necesario.

Las ventajas de esta tecnología:

- No emiten prácticamente calor
- Su duración comparada con otras tecnologías, es muy superior, del orden de 100.000 horas de funcionamiento en contraposición, por ejemplo de la tecnología fluorescente del orden de 10.000 horas.

Descripción de las luminarias:

Las luminarias que se escojan deben ser estancas puesto que trabajarán a la intemperie, lo que limita mucho el modelo de luminaria que podemos escoger



7. Análisis y disposición de cada luminaria

Como puede observarse en las simulaciones, obtener una iluminación homogénea en la instalación no resulta fácil, puesto que se presentan una serie de problemas a la hora de situar las luminarias. En primer lugar no se pueden distribuir las luminarias de manera uniforme dentro de todo el espacio a iluminar, porque realmente solo se puede utilizar como medio de fijación de las luminarias las columnas y la viga central que forman la estructura de fijación del toldo. Aunque en alguna de las simulaciones se haya utilizado las barras que permiten el plegado de la lona del toldo. Porque si se colocasen luminarias en dicha parte cuando el toldo está totalmente plegado estas pueden chocar unas con otras y con la estructura del toldo.

8. Solución idónea

La solución idónea no tiene porque ser la más cara en la mayoría de los casos. Si se tuviera que escoger de entre todas las simulaciones se podría escoger la simulación 1x36w si lo que se quiere es un nivel de iluminación aceptable y además económico, pero si lo que se desea es un nivel de iluminación un poco más alto se podría optar por las simulaciones 2x1x36w o 1x2x36w que proporcionan mejores prestaciones, pero también suponen un mayor costo. Dentro de esta elección también se debe tener en cuenta el carácter subjetivo de la iluminación, puesto que para un mismo nivel de iluminación diferentes personas lo podrían interpretar como aceptable o no. Otro punto a tener en cuenta es el carácter que se le quiere dar a la iluminación, es decir si se desea una iluminación más íntima o si por el contrario se busca una iluminación que de la sensación de mayor energía.

Como se puede ver las opciones escogidas presentan la tecnología de tubos fluorescentes como la más adecuada para el caso.

9. Características de todas las simulaciones

En el presente documento se muestran las características más destacadas de cada simulación realizada, y consta de los siguientes apartados:

- **Lista de piezas de las luminarias:** en este apartado se muestran las características de los tipos de luminarias utilizadas y el número de estas.
- **Rendering de colores falsos:** en este apartado aparecen representados los resultados de las simulaciones en un dibujo en tres dimensiones, en donde a través de diferentes colores podemos distinguir los diferentes niveles de iluminación.
- **Diagrama de isolíneas:** aquí se presentan los datos agrupados en diferentes líneas que representan diferentes niveles de iluminación.



Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

- **Gama de grises:** este gráfico como su nombre indica representa las distintas zonas con diferentes niveles de iluminación con una gradación de escala de grises.
- **Gráfico de valores:** en este caso los datos de iluminación vienen representados por números.

Además en cada uno de los diagramas aparecen representadas las correspondientes luminarias en sus posiciones.

Si se desea más información en el **anexo nº1** se amplía los datos de cada una de las simulaciones.

10. Simulaciones

10.1 Simulación 1x2x36w

Lista de piezas de las luminarias

1Pieza

Philips Pacific TCW215 2xTL-D36W/830

Nº de artículo:

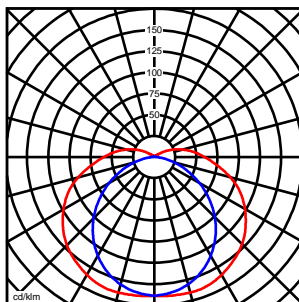
Flujo luminoso de las luminarias: 6700 lm

Potencia de las luminarias: 70 W

Clasificación luminarias según CIE: 91

Código CIE Flux: 38 67 88 90 67

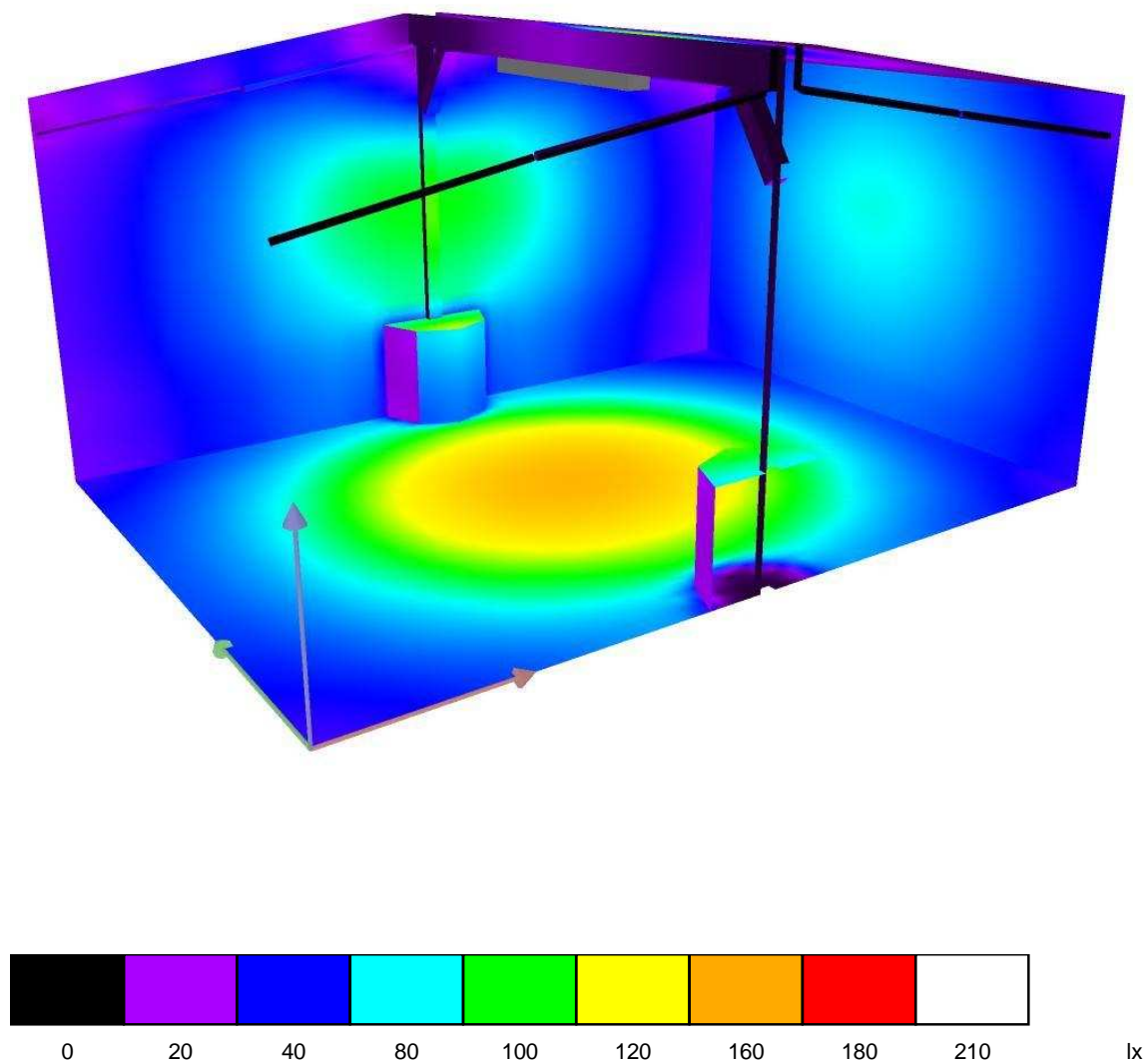
Armamento: 2 x TL-D36W (Factor de corrección 1.000).





ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

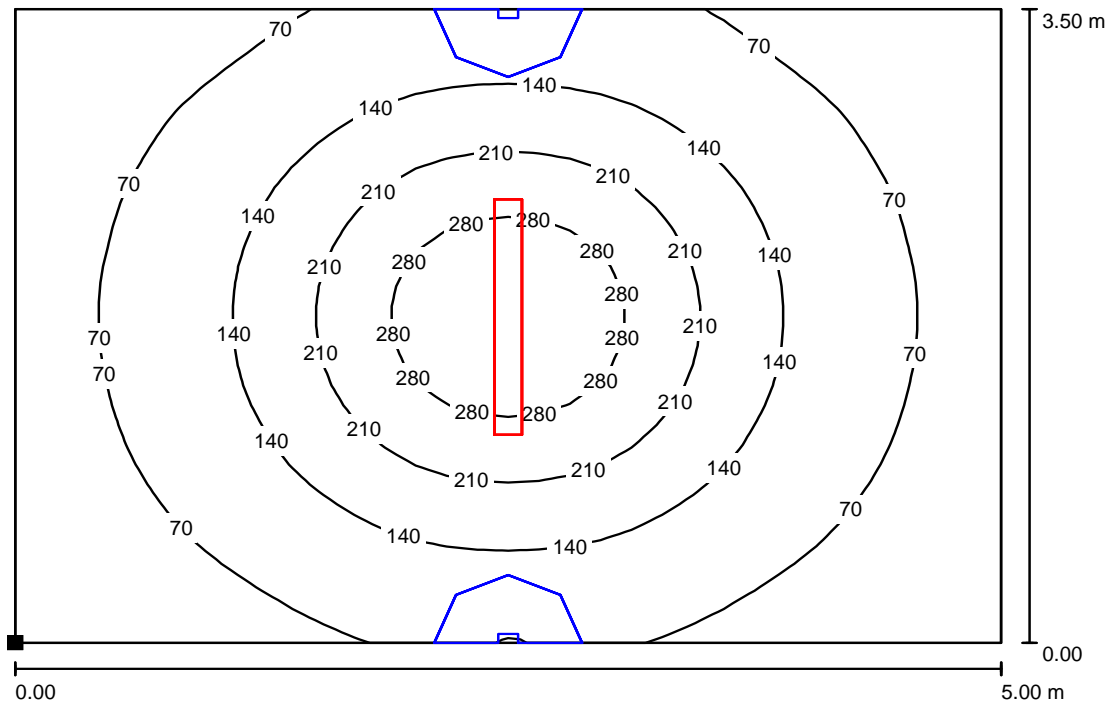
Rendering de colores falsos





ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 32 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
124	27	337	0.22	0.08

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.500 m,

Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	124	27	337	0.22
Suelo	20	84	4.15	154	0.05
Techos (7)	70	16	0.00	100	/
Paredes (6)	0	53	4.51	99	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	32 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Philips Pacific TCW215 2xTL-D36W/830 (1.000)	6700	70
total:			6700	70

Valor de eficiencia energética: $4.00 \text{ W/m}^2 = 3.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.50 m^2)



ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

Gama de grises

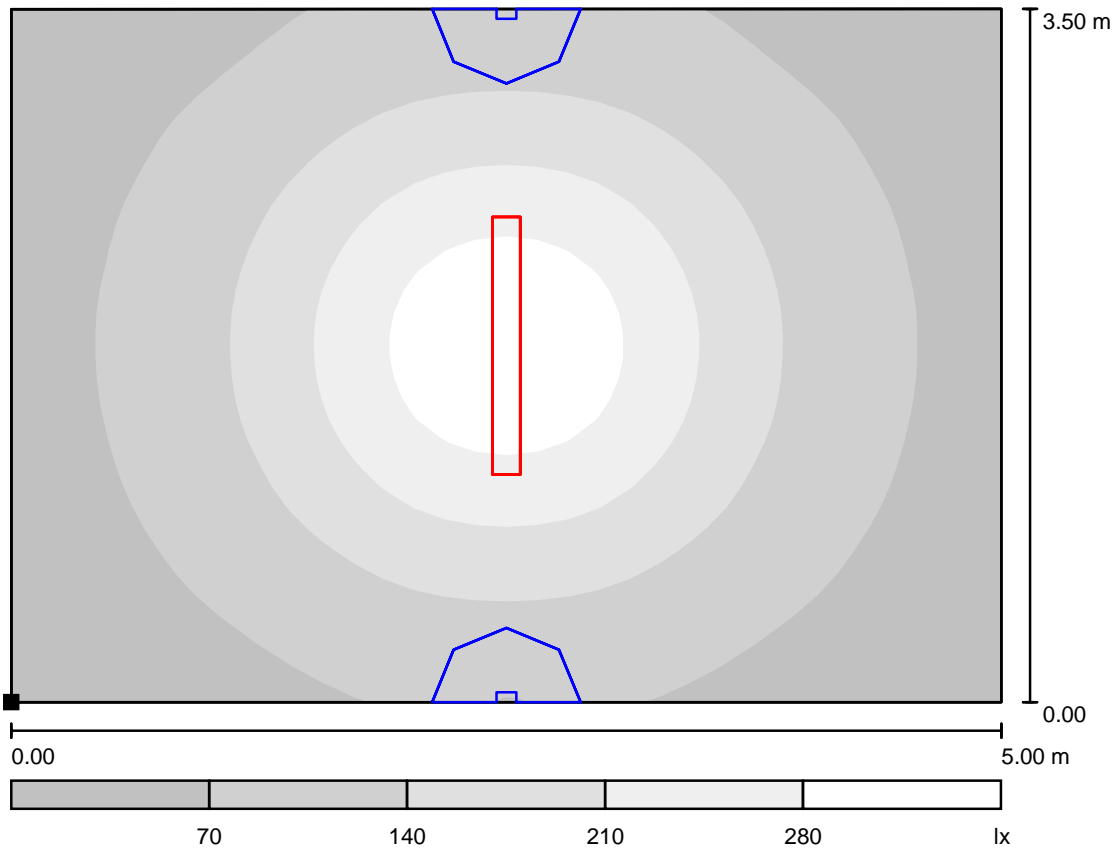
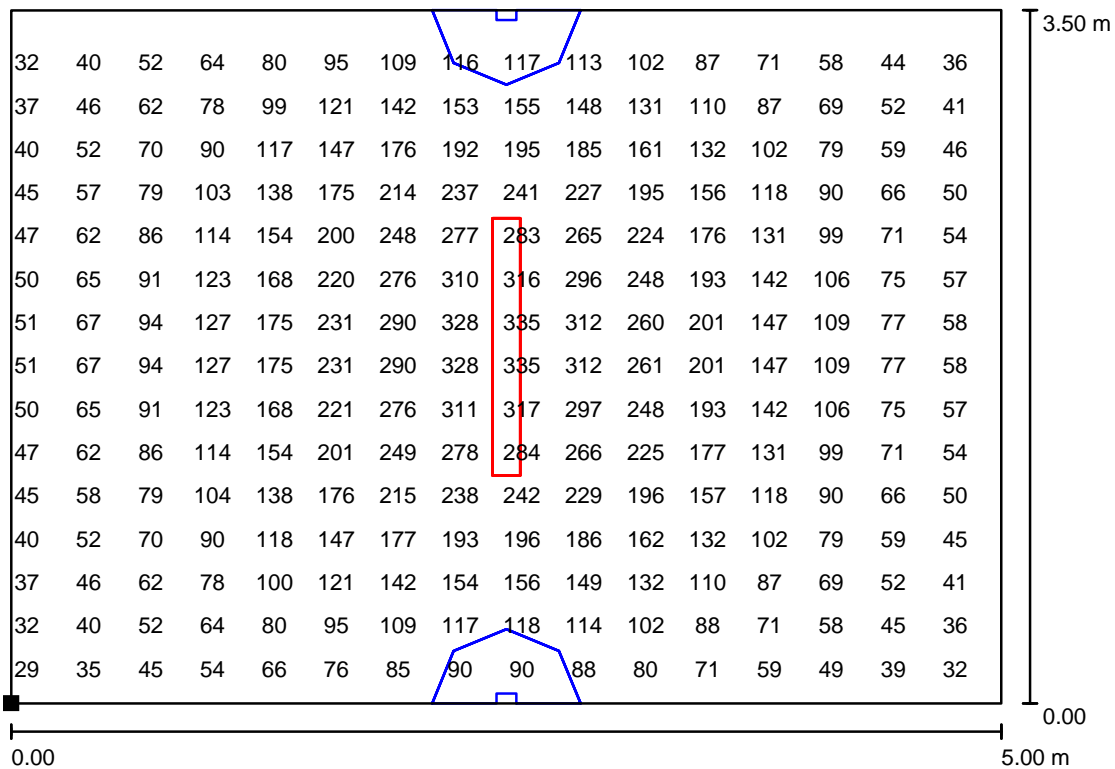


Grafico de valores





10.2 Simulación 1x36w

Lista de piezas de las luminarias

1Pieza

Philips Pacific **TCW215 1xTL-D36W/830**

Nº de artículo:

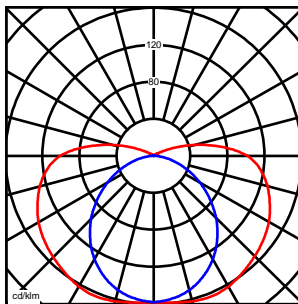
Flujo luminoso de las luminarias: 3350 lm

Potencia de las luminarias: 37 W

Clasificación luminarias según CIE: 89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 75

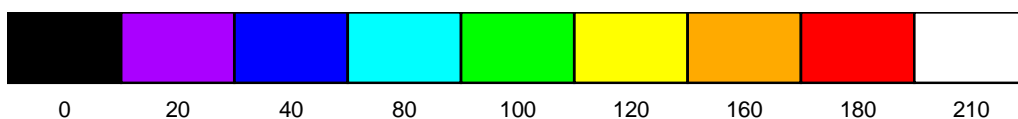
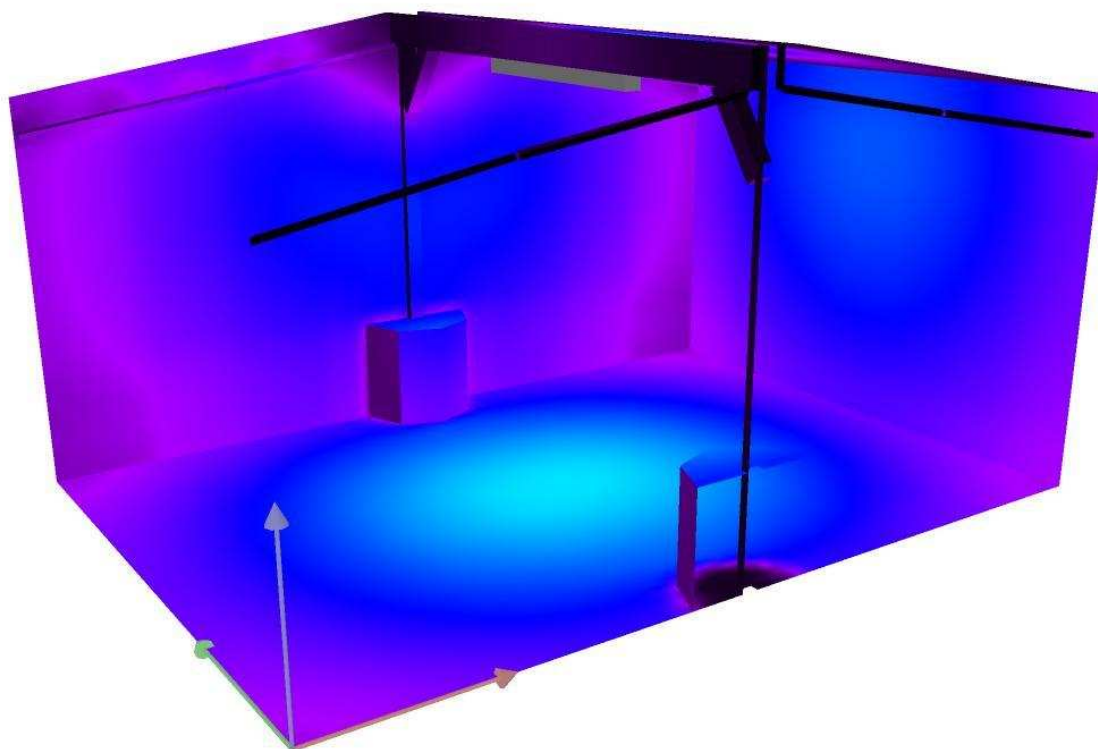
Armamento: 1 x TL-D36W (Factor de corrección 1.000).





ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

Rendering colores falsos



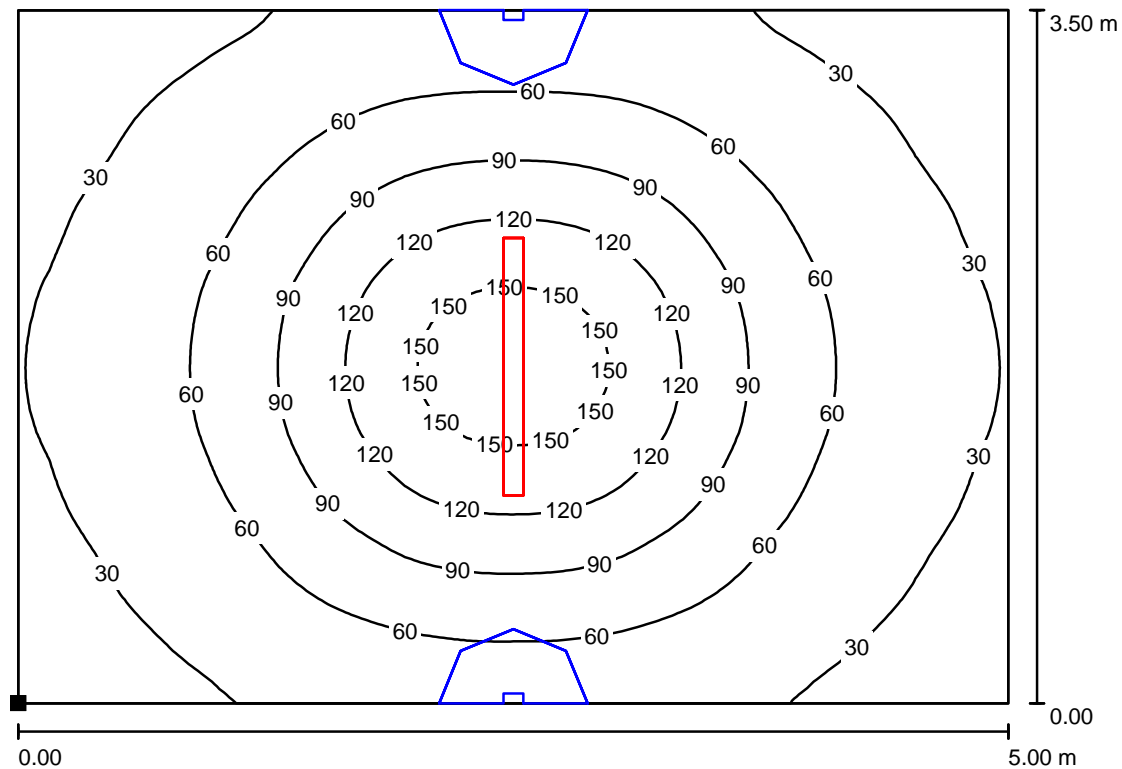
lx



Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
64	16	165		

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.500 m,

Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	64	16	165	0.25
Paredes (6)	0	31	2.53	53	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	1	Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830 (1.000)	3350	37
total:			3350	37

Valor de eficiencia energética: $2.11 \text{ W/m}^2 = 3.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.50 m^2)



ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

Gama de grises

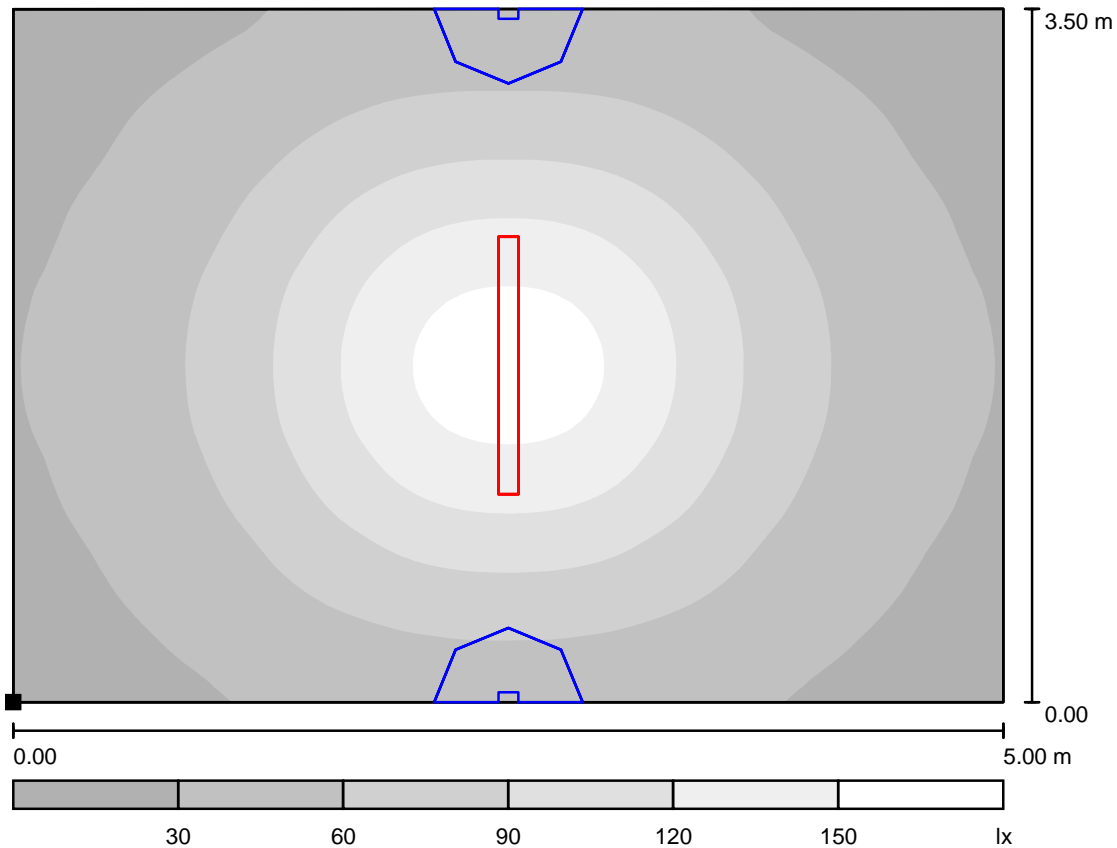
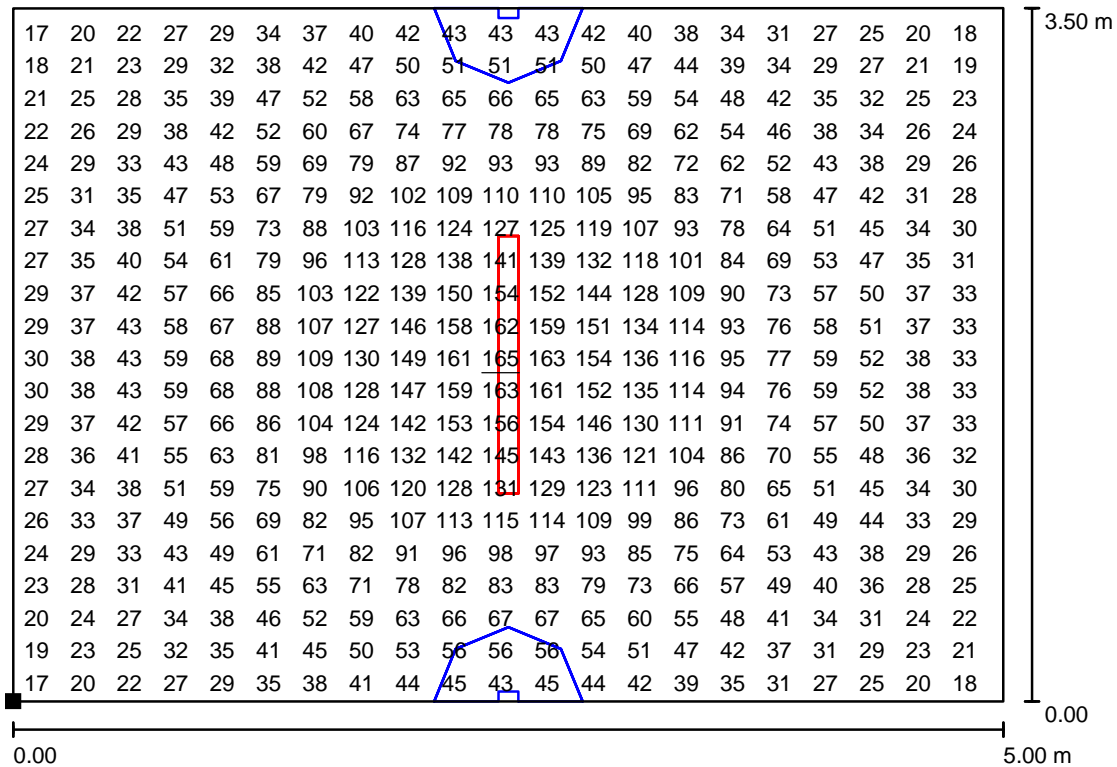


Grafico de valores





10.3 Simulación 1x36w+6 LED

Lista de piezas de las luminarias

6Pieza

**Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60
12xLED-LXHL-I-LB/WH**

Nº de artículo:

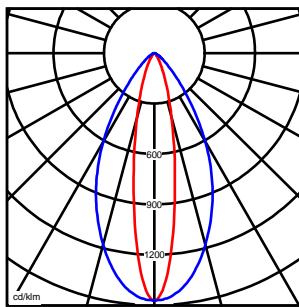
Flujo luminoso de las luminarias: 540 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 89 98 99 99 65

Armamento: 12 x LED-LXHL-I-LB/WH (Factor de corrección 1.000).



1Pieza

Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830

Nº de artículo:

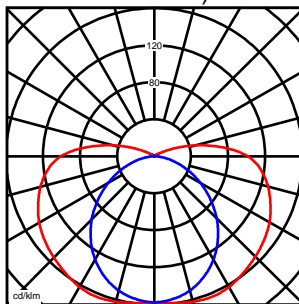
Flujo luminoso de las luminarias: 3350 lm

Potencia de las luminarias: 37 W

Clasificación luminarias según CIE: 89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 75

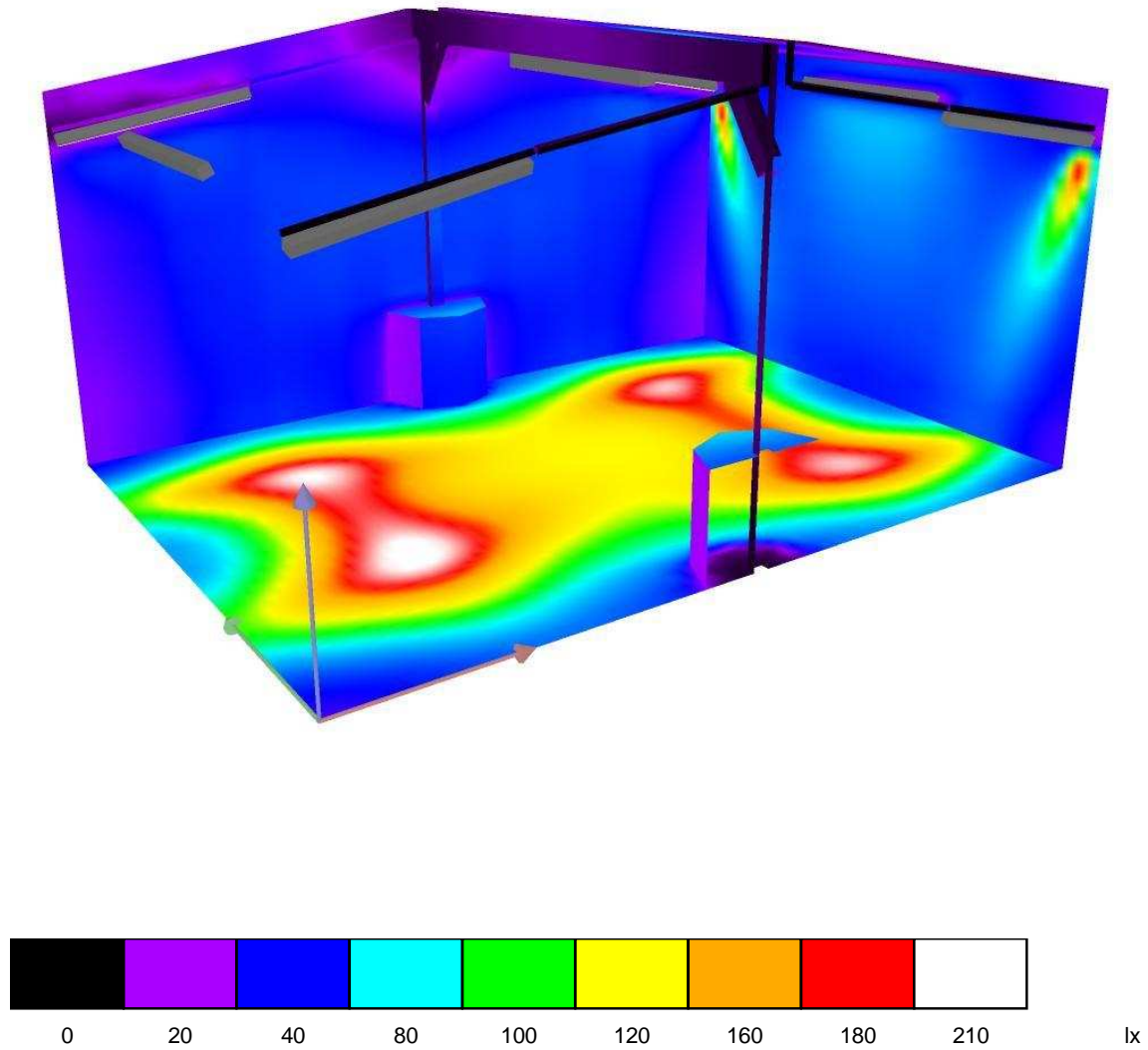
Armamento: 1 x TL-D36W (Factor de corrección 1.000).





ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

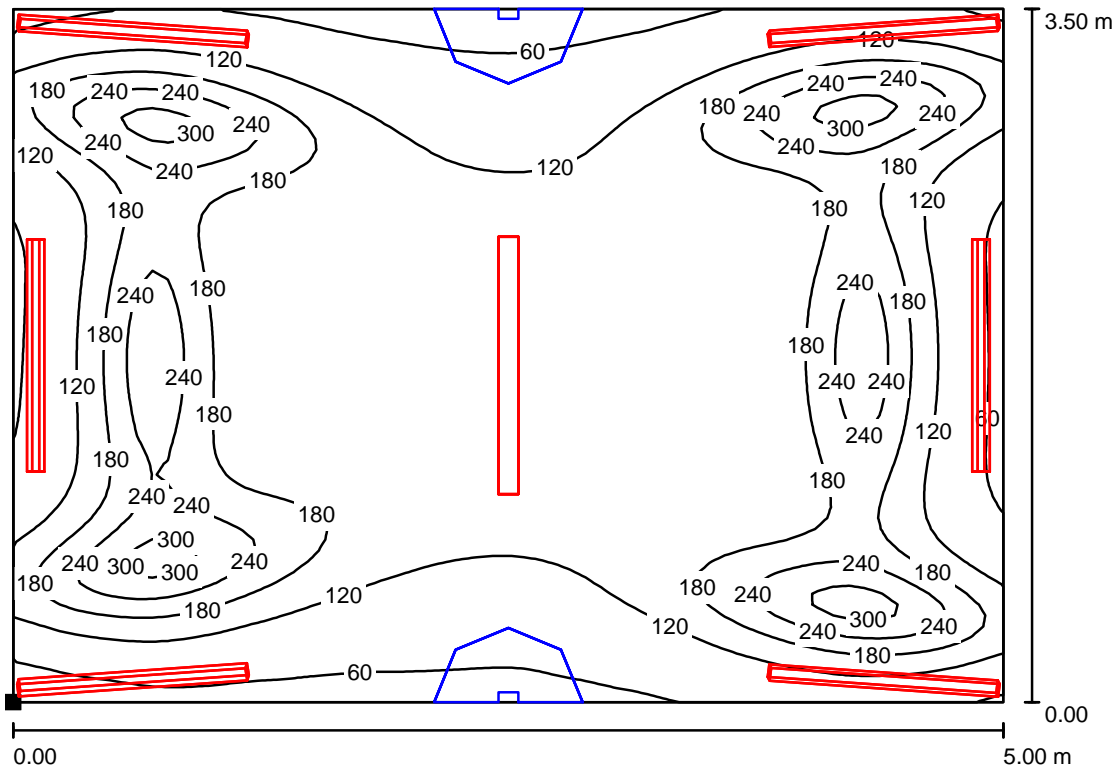
Rendering colores falsos





ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
148	37	332	0.25	0.11

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	148	37	332	0.25
Techos (7)	70	10	0.00	34	/
Paredes (6)	0	44	3.83	310	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	6	Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60 12xLED-LXHL-I-LB/WH (1.000)	540	0
2	1	Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830 (1.000)	3350	37
total:			6590	37



ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

Valor de eficiencia energética: $2.11 \text{ W/m}^2 = 1.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.50 m^2)

Gama de grises

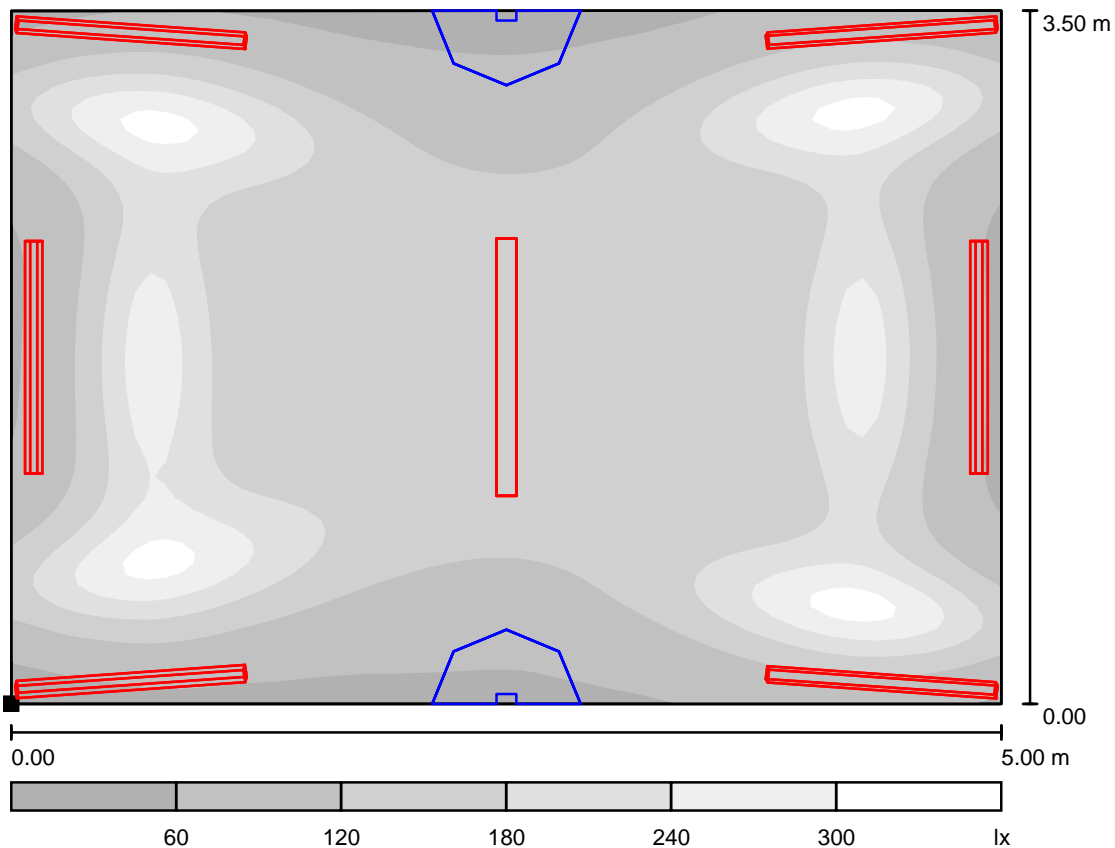
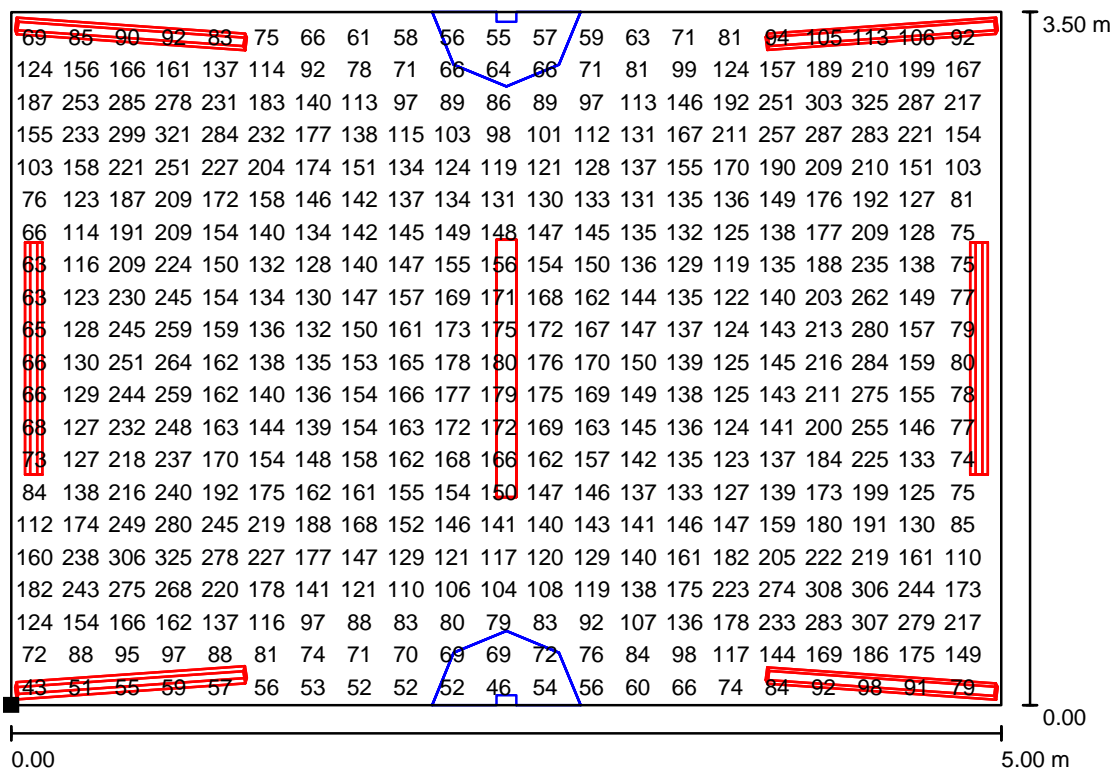


Gráfico de valores





10.4 Simulación 6 LED

Lista de piezas de las luminarias

6Pieza

**Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60
12xLED-LXHL-I-LB/WH**

Nº de artículo:

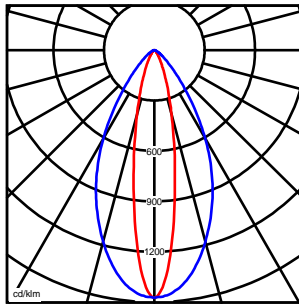
Flujo luminoso de las luminarias: 540 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 89 98 99 99 65

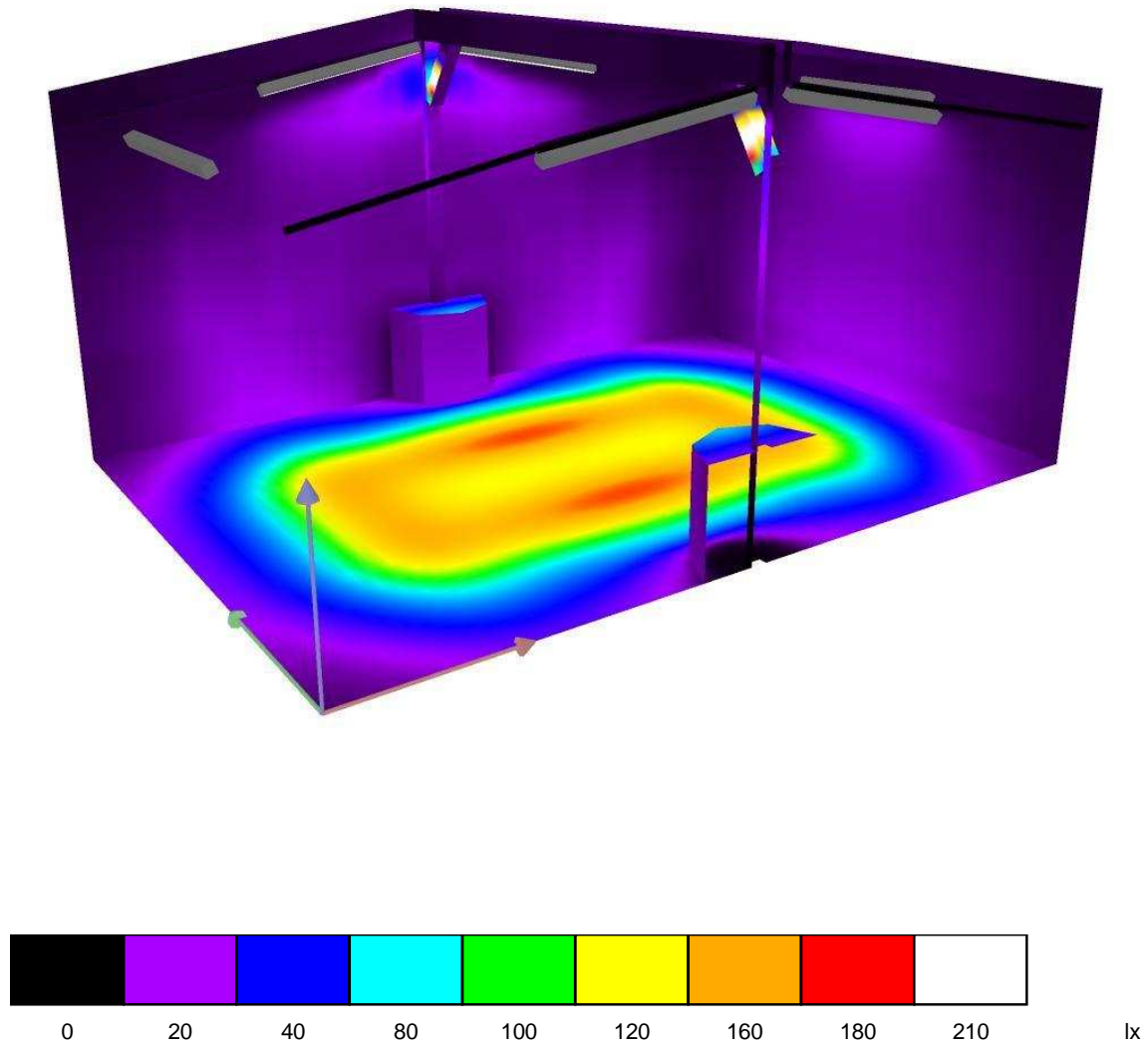
Armamento: 12 x LED-LXHL-I-LB/WH (Factor de corrección 1.000).





ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

Rendering colores falsos

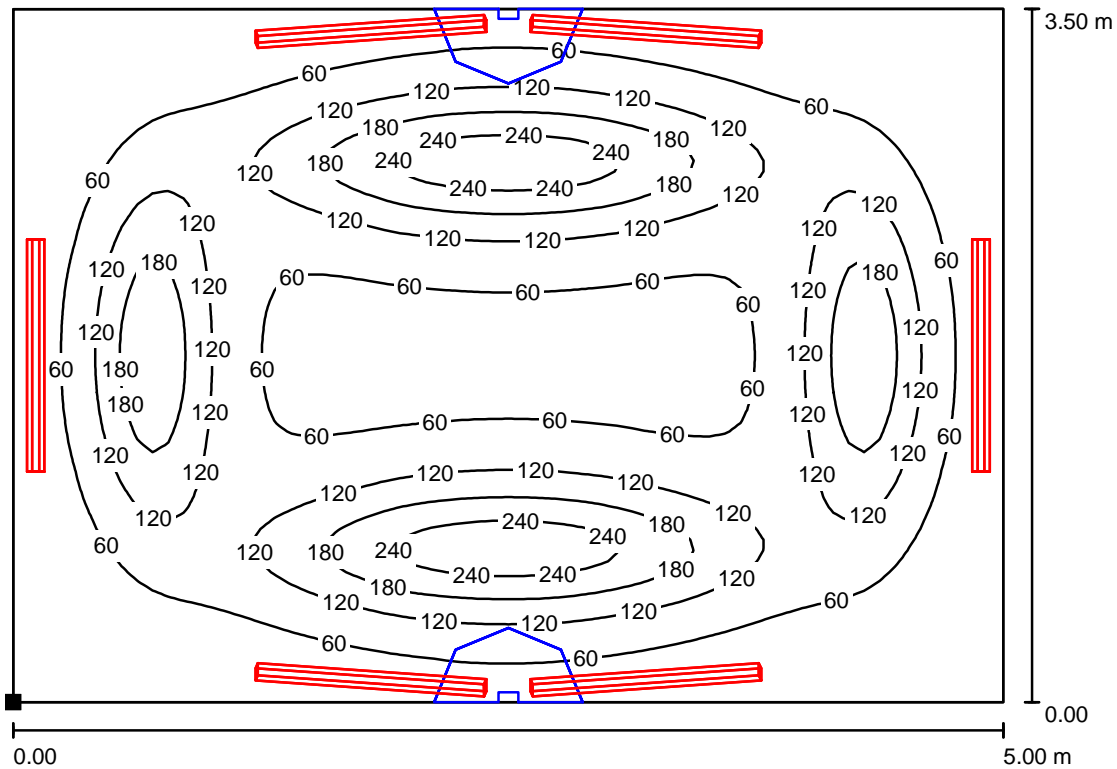




Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
89	5.90	283	0.07	0.02

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	89	5.90	283	0.07
Techos (7)	70	5.43	0.00	40	/
Paredes (6)	0	11	1.47	40	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	6	Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60 12xLED-LXHL-I-LB/WH (1.000)	540	0
total:			3240	0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)



ESTUDIO DE ILUMINACIÓN

Gama de grises

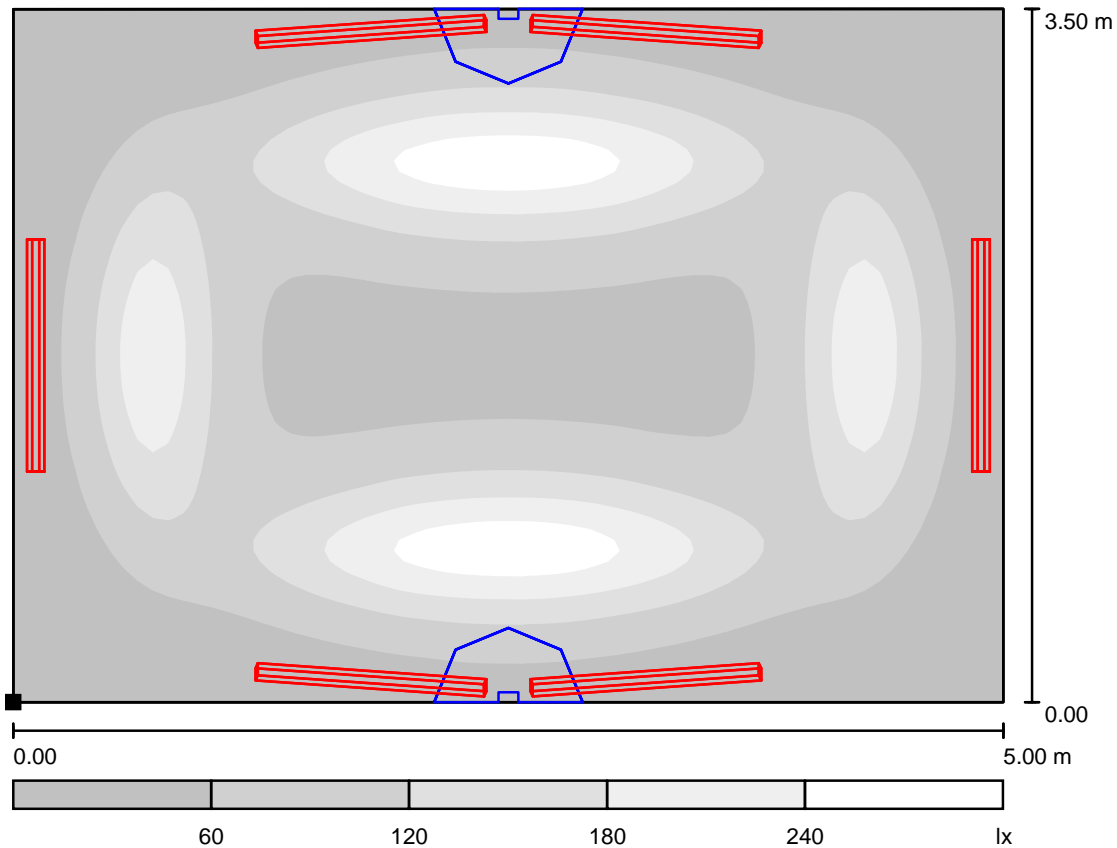
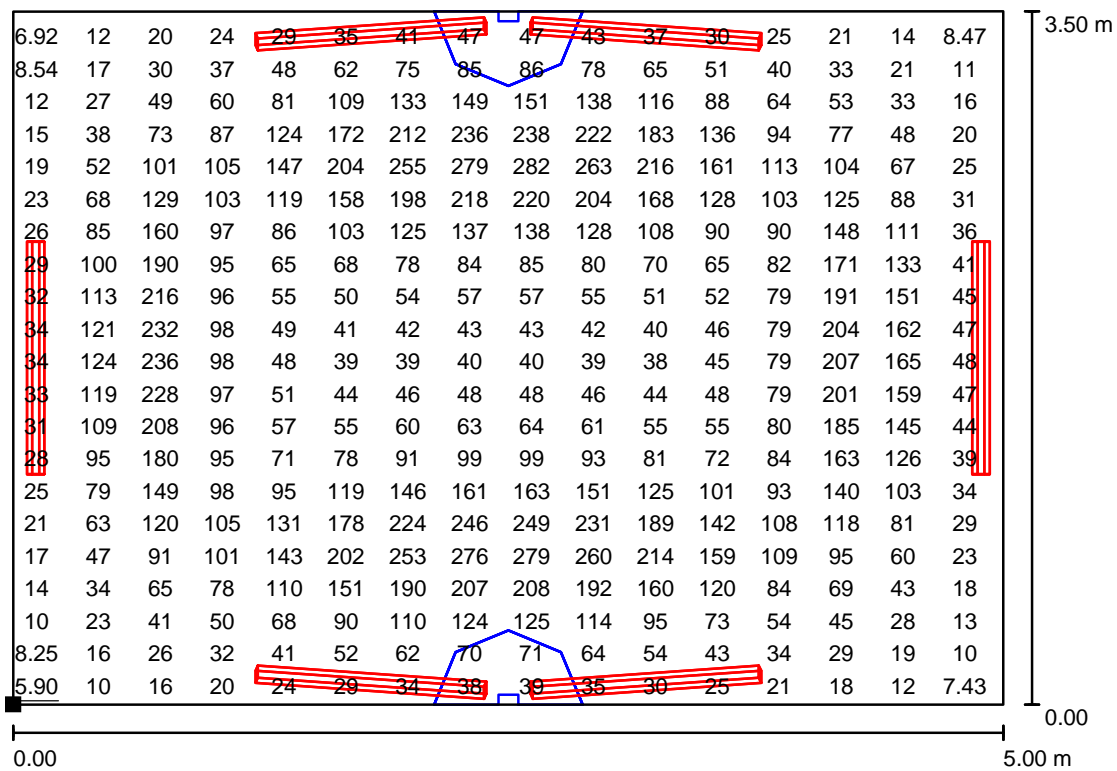


Grafico de valores



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Departamento de Ingeniería Eléctrica



PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AUTONOMA

Titulación: I.T.I. Electricidad.

Alumno: Francisco Escámez Fernández.

Directores: Juan Martínez Tudela.

Juan Álvaro Fuentes Moreno.

Cartagena, Junio 2010.



DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

INDICE

1. FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	2
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	2
4. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES.....	7
4.1 CÁLCULOS DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y DIÁMETRO DE LOS TUBOS PARA LA LÍNEA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	7
4.1.1 LÍNEAS DE CONEXIÓN PARALELO DE LOS MÓDULOS.	7
4.1.1.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR.....	9
4.1.1.2 DIÁMETRO DE LOS TUBOS DE LA CANALIZACIÓN A UTILIZAR.	11
4.2 CÁLCULOS DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y DIÁMETRO DE LOS TUBOS PARA LA LÍNEA DE LA BATERÍA.	12
4.2.1 LÍNEA DE CONEXIÓN BATERÍA-REGULADOR.....	12
4.2.1.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR.....	13
4.2.1.2 DIÁMETRO DE LOS TUBOS DE LA CANALIZACIÓN A UTILIZAR.	15
4.3 CÁLCULOS DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y DIÁMETRO DE LOS TUBOS PARA LA LÍNEA DE LA CARGA.	15
4.3.1 LÍNEA DE CONEXIÓN CARGA-REGULADOR.....	15
4.3.1.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR.....	16
4.3.1.2 DIÁMETRO DE LOS TUBOS DE LA CANALIZACIÓN A UTILIZAR.....	18
5. OBSERVACIONES.....	18
5.1 PANELES	18
5.2 BATERÍAS.....	18
5.3 ILUMINACIÓN	19
6. COMPARATIVA DE PRESTACIONES DE LAS POSIBLES SOLUCIONES A LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	20
7. CONCLUSIÓN	21



1. Fundamentos de los sistemas fotovoltaicos

En primer lugar la luz solar incide en los paneles ó módulos fotovoltaicos formados por un material semiconductor de silicio cristalino que posee efecto fotoeléctrico, es decir, transforma (con un rendimiento aproximado del 18%), la luz solar en energía eléctrica continua de 12V.

Posteriormente esa electricidad debe acumularse en una batería para disponer de energía durante periodos nocturnos ó de poca irradiación solar (días nublados, o con niebla).

Entre los paneles solares y la batería es necesario incluir un regulador de carga de modo que cuando la batería esté cargada (por medida de su tensión) el regulador cierre el aporte de energía desde los paneles solares a la batería, para impedir la sobrecarga de ésta y por consiguiente el acortamiento de su vida útil.

Finalmente, la energía acumulada por la batería (en forma de corriente continua) puede emplearse como tal en luminarias y otros equipos, si bien lo más habitual es transformar, por medio de un inversor, la corriente continua en alterna a 230 V y 50 Hz en forma de onda senoidal pura, que es el estándar eléctrico en España, pudiendo entonces alimentar equipos como televisores, lavadoras, frigoríficos, que trabajan con corriente alterna, y que son habituales e imprescindibles para la vida diaria.

2. Descripción del proyecto

El presente proyecto trata sobre el abastecimiento eléctrico de un toldo, por medio de una instalación solar fotovoltaica aislada.

Está situada en Cartagena. Sus coordenadas son Latitud **37° 36' 3'' Norte** y Longitud **0° 59' 15'' Oeste**. Su altitud topográfica es de 11 metros sobre el nivel del mar y presenta una buena insolación solar sin sombras de importancia, y con frecuentes días soleados continuos en periodo estival.

3. Dimensionado de la instalación fotovoltaica

Apuntes preliminares

Para el desarrollo de esta instalación se presenta muchas opciones posibles de cálculo, pero para ofrecer una demostración de cálculo se partirá de una serie de hipótesis. Se supone que la instalación opera a 12V, y que se emplea una potencia en la carga de 36w, se considera una orientación Sur y se considera que no hay pérdidas por sombras.

Esta serie de cálculos han sido implementados en su mayoría en una hoja de cálculo desarrollada a tal efecto, que resulta de utilidad para hacer una estimación de las necesidades de las posibles instalaciones que se puedan llevar a cabo.



Inicio del cálculo

En primer lugar se deben estimar los consumos eléctricos diarios de los equipos eléctricos que vayan a operar de forma continua en la instalación:

Tabla consumo eléctrico energético estimado:

Elemento	Unidades	Potencia (W)	Horas (h)	Energía (W.h)
Luminaria fluorescente	1	36	10	360
Consumo energético teórico: E_T (W.h)				360

A partir del consumo energético teórico E_T (W.h), se calculará el consumo energético real E (W.h), necesario para hacer frente a los múltiples factores de pérdidas que van a existir en la instalación fotovoltaica, del siguiente modo:

$$E = \frac{E_T}{R}$$

Donde R es el parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica, definido como:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \cdot \left(1 - \frac{K_a \cdot N}{P_d} \right)$$

Los factores de la ecuación anterior son los siguientes:

- K_b : Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador:
0,05 en sistemas que no demanden descargas intensas.
0,1 en sistemas con descargas profundas.
- K_c : Coeficiente de pérdidas en el convertidor:
0.05 para convertidores senoidales puros, trabajando en régimen óptimo.
0,1 en otras condiciones de trabajo, lejos del óptimo.
- K_v : Coeficiente de pérdidas varias:
Agrupa otras pérdidas como (rendimiento de red, efecto Joule, etc).
0,05-0,15 como valores de referencia.
- K_a : Coeficiente de autodescarga diario:
0,002 para baterías de baja autodescarga Ni-Cd.
0,005 para baterías estacionarias de Pb-ácido (las más habituales).
0,012 para baterías de alta autodescarga (arranque de automóviles).



DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

- **N:** Número de días de autonomía de la instalación:
Serán los días que la instalación deba operar bajo una irradiación mínima (días nublados continuos), en los cuales se va a consumir más energía de la que el sistema fotovoltaico va a ser capaz de generar.
4-10 días como valores de referencia.
- **P_d:** Profundidad de descarga diaria de la batería:
Esta profundidad de descarga no excederá el 80% (referida a la capacidad nominal del acumulador), ya que la eficiencia de este decrece en gran medida con ciclos de carga-descarga muy profundos.

En la realización de este proyecto se han considerado los siguientes valores de coeficientes de pérdidas:

$$K_b=0,1; K_c=0; K_v=0,1; K_a=0,005; N=4; P_d=0,7$$

Según la siguiente ecuación, el rendimiento de la instalación fotovoltaica **R**, es el siguiente:

$$R = (1 - 0,1 - 0 - 0,1) \cdot \left(1 - \frac{0,005 \cdot 4}{0,7}\right) = 0,777$$

Y a partir de la siguiente ecuación, el consumo energético real **E(W.h)** es:

$$E = \frac{360}{0,777} = 463,23W.h$$

Una vez definida la utilidad energética real **E(W.h)**, se puede obtener fácilmente la capacidad del banco de baterías **C(A.h)** necesario, del siguiente modo:

$$C = \frac{E \cdot N}{V \cdot p_d} = \frac{463,23 \cdot 4}{12 \cdot 0,7} = 220,58A.h$$

Donde **V(V)** es la tensión nominal del acumulador, 12V.

A partir de la capacidad calculada, se seleccionará el equipo comercial más próximo en prestaciones, dentro de la categoría de baterías plomo-ácido. En este caso por ejemplo se puede seleccionar la batería **Hoppecke Energy 250** (250A.h C100, 12V).

Una vez definida la batería se procede a calcular el número de paneles solares necesarios para la instalación. Para ello se deberá conocer, a partir de valores estadísticos históricos de la zona, el valor de irradiación solar diaria media en superficie inclinada **H (KWh/m².día)** del lugar. Para ello se hará uso de la base de datos de irradiación solar mundial online:



<http://sunbird.jrc.it/pvgis/solradframe.php>

Y de las coordenadas geográficas del lugar:

Cartagena (Latitud 37° 36' 3'' Norte / Longitud 0° 59' 15'' Oeste).

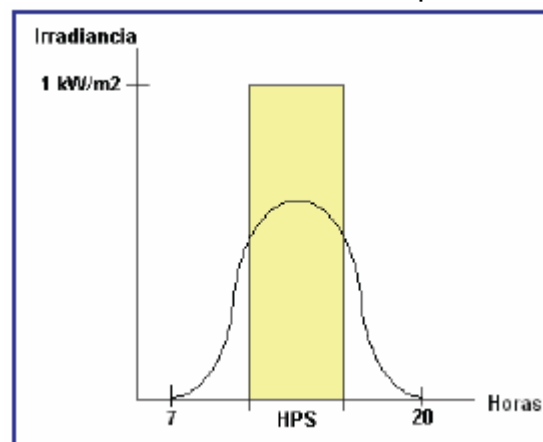
Los resultados mensuales medios se recogen en la siguiente tabla, donde se ha considerado que los paneles se disponen en orientación Sur con una inclinación de 30° (es la inclinación más óptima a lo largo de todo el año). No se consideran, a priori, pérdidas por sombreado puesto que no se conoce la ubicación final de la instalación.

Tabla Irradiación solar diaria media, **H (KWh/m².día)**:

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
H	3,893	4,507	5,498	5,762	6,271	6,498	6,684	6,315	5,832	5,019	3,717	3,591	5,304

Ahora es necesario introducir un concepto muy importante, las horas de pico solar HPS(h), definido como las horas de luz solar por día equivalentes, pero definidas en base a una irradiancia **I(KW/m²)** constante de 1 KW/m², a la cual está siempre medida la potencia de los paneles solares. Es un modo de estandarizar la curva diaria de irradiancia solar:

Definición de las horas de pico solar



Como puede verse en la figura anterior, el área definida por el rectángulo (irradiación en base a las horas de pico solar) es igual al área definida por la curva de irradiancia real.

La irradiación **H (KWh/m²)** es igual al producto de la irradiancia de referencia **I(1KW/m²)** por las horas de pico solar **HPS(h)**. Luego entonces los valores numéricos de la irradiación y horas de pico solar son iguales.

$$H(KWh/m^2)=I(1KW/m^2)*HPS(h)$$

Entonces, según la ecuación anterior, los valores numéricos de la tabla irradiación solar diaria media son igualmente válidos para las horas de pico solar.



Tabla Horas de pico solar, **HPS(h)**:

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
HPS	3,893	4,507	5,498	5,762	6,271	6,498	6,684	6,315	5,832	5,019	3,717	3,591	5,304

Los paneles solares producen una energía eléctrica durante todo el día equivalente a sólo las horas de pico solar operando a su máxima potencia. Esa máxima potencia es el principal parámetro que define un panel solar y es uno de los principales parámetros de diseño que el proyectista debe definir.

En el mercado hay paneles solares de diversas potencias máximas: 5, 30, 50, 75, 100, 150, 165 (W), etc.; según la demanda de energía que se precise.

Así mismo hay paneles de diversas calidades, según las celdas cristalinas de silicio semiconductor de las que están formados sean monocristalinas (las más eficientes y caras), policristalinas (menos eficientes pero más baratas) ó amorfas (poco eficientes pero muy baratas). También hay que tener en cuenta que en el mercado existen otras tecnologías que no están basadas en el silicio, y que pueden ser más o menos eficientes que el silicio.

En este caso optaremos por una buena calidad y una potencia intermedia; se elegirán paneles fotovoltaicos **BP Solar BP 380**, de **80W** de potencia máxima (pico) y **12 V** nominales de tensión, formados por celdas policristalinas (36 en serie y 2 en paralelo).

El número de paneles solares **NP** necesarios se calcula del siguiente modo:

$$NP = \frac{E}{0,9 \cdot W_p \cdot HPS}$$

Donde **W_p(W)** es la potencia pico de cada panel solar (80 W).

Como se puede ver en la tabla horas de pico solar, los valores de las horas de pico solar varían cada mes, calcularemos el número de paneles necesarios para el mes de peor radiación.

$$NP_{DIC} = \frac{463,23}{0,9 \cdot 80 \cdot 3,591} = 1,79 \approx 2$$

Se considerará, a efectos de diseño, un número de paneles **NP** de **2**.

Como comprobación del funcionamiento adecuado de los paneles propuestos, calcularemos el factor de utilización o cobertura solar del mes **i(F_i)** de la instalación. Este factor es la relación entre la energía fotovoltaica disponible y la consumida.



DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

$$F_i = \frac{\text{Energía_disponible}}{\text{Energía_consumida}} = \frac{NP \cdot 0,9 \cdot W_p \cdot HPS_i}{E}$$

Los resultados obtenidos a partir de la ecuación anterior, se muestran a continuación:

Tabla Factor de cobertura solar, **F**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
F	1,134	1,313	1,602	1,679	1,827	1,893	1,947	1,84	1,699	1,462	1,083	1,046	1,09

Luego se puede comprobar que se cumple con la demanda energética necesaria, logrando un factor de cobertura solar medio anual por encima del 100 %.

Los paneles se situarán encima del toldo, la superficie ocupada por estos será de 1,29 m². Se orientarán al Sur, (a lo sumo se permitirían tolerancias de 20° hacia el Oeste ó el Este) y con una inclinación lo más cercana a lo posible a 34° (el óptimo para la latitud estudiada). Se utilizará un bastidor de acero galvanizado para fijar los paneles al toldo.

Una vez definido el generador fotovoltaico, se procede a calcular el regulador de carga necesario, para ello simplemente se multiplicará la intensidad de cortocircuito de cada panel, obtenida del catálogo, por el número de paneles en paralelo necesarios. Este producto será la máxima intensidad nominal a la que trabajará el regulador, **I_{max}(A)**:

$$I_{max} = 4,8 \cdot 2 = 9,6 \text{ A}$$

Se escoge un regulador de 12 A modelo **BP Solar GCR 1200 12/24V**.

4. Sección de los conductores

4.1 Cálculos de la sección de los conductores y diámetro de los tubos para la línea del generador fotovoltaico.

4.1.1 Líneas de conexión paralelo de los módulos.

Consistirá en la conexión en paralelo de los 2 módulos.

La conexión en paralelo de los módulos se realizará con los propios cables de conexión, con que viene el módulo fotovoltaico de fábrica, dichos cables poseerán en sus terminales sendos conectores para su conexión, de tipo Multicontact.



DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Se conectarán los módulos, uniendo macho con hembra del módulo fotovoltaico que se conectarán a la línea de conexión en paralelo “Línea de recogida de energía”.

Cada línea está formada por dos conductores, un conductor positivo de color rojo, y un conductor negativo de color azul.

El número de módulos conectados en paralelo, vendrá condicionado por la intensidad máxima soportada en la entrada del regulador.

Descripción:

Los módulos fotovoltaicos se conectarán por medio de Conector MultiContact, y los cables irán al aire, y se situarán detrás de los módulos, y para evitar que puedan quedar colgaderos, el cable sobrante se juntará y se atará mediante bridas.

Las correspondientes bridas, irán sujetas a su correspondiente taco de sujeción que irán introducido en una perforación realizada previamente en la estructura soporte del módulo.

Consideraciones:

- La potencia soportada por línea es de 160 w.
- El coeficiente de simultaneidad es 1.
- La temperatura será 40°C.
- Tensión de servicio: $V=12\text{ V}$
- Nivel de aislamiento: 0,6/1 KV
- Tipo de aislamiento: XLPE
- Intensidad de cálculo: $I= 9.6\text{ A}$
- Longitud línea: $6 \times 2 = 12\text{ metros}$.
- Sección 10mm^2 de cobre.



4.1.1.1 Cálculo de la sección del conductor

Para dimensionar los conductores se emplearán las siguientes fórmulas:

Clase de corriente	Sección	Caída de tensión
Continua	Conocida la intensidad	
	$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot e}$	$e = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot S}$
	Conocida la potencia	
	$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot e \cdot V}$	$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot V}$

Para la intensidad:

$$I = \frac{P}{V}$$

I: intensidad en Amperios (A).

P: potencia en vatios (W).

V: tensión en voltios (V).

L: longitud en metros (m).

S: sección (mm²).

γ : conductividad del cobre (56).

e: caída de tensión (V).

Línea paneles-regulador

La sección vendrá determinada por el fabricante de los módulos, y la sección será 6mm² hasta la caja de conexiones y de 10 mm² desde la caja de conexiones hasta el regulador. Pero será necesario calcular su caída de tensión, puesto que la caída de tensión en las líneas del generador fotovoltaico, líneas de corriente continua se limitará a 3 %.

Se pueden distinguir dos tramos:

Se puede repartir la caída máxima de tensión del 3% entre los dos tramos; el 1% para el tramo paneles-caja de interconexión y el 2% para el resto del tramo.



Línea desde cada panel a la caja de interconexión:

$$S = \frac{2 \cdot 80 \cdot 3}{56 \cdot \left(\frac{1 \cdot 12}{100} \right) \cdot 12} = 5,95 \text{ mm}^2 \quad \text{longitud} = 3\text{m}$$

$$S_{\text{comercial}} = 6 \text{ mm}^2$$

Calculo de la nueva caída de tensión

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S_{\text{comercial}} \cdot V}$$

$$e = \frac{2 \cdot 80 \cdot 3}{56 \cdot 4 \cdot 12} = 0,178 \text{ V}$$

Línea desde la caja de interconexión hasta el regulador:

$$S = \frac{2 \cdot (2 \cdot 80) \cdot 3}{56 \cdot \left(\frac{2 \cdot 12}{100} \right) \cdot 12} = 5,95 \text{ mm}^2 \quad \text{longitud} = 3\text{m}$$

$$S_{\text{comercial}} = 6 \text{ mm}^2$$

Calculo de la nueva caída de tensión

$$e = \frac{2 \cdot (2 \cdot 80) \cdot 3}{56 \cdot 6 \cdot 12} = 0,238 \text{ V}$$

Siendo la caída de tensión total del tramo paneles-regulador $0,178 + 0,238 = 0,416 \text{ V} > 0,36 \text{ V}$

No sería válido por caída de tensión por lo que se aumentará la sección del segundo tramo a 10 mm^2 y suponiendo este cambio la caída de tensión quedaría:

$$e = \frac{2 \cdot (2 \cdot 80) \cdot 3}{56 \cdot 10 \cdot 12} = 0,142 \text{ V}$$

$$0,178 + 0,142 = 0,32 \text{ V} \quad \text{válido}$$

Si se supone constante la sección en todo el tramo:

$$S = \frac{2 \cdot (2 \cdot 80) \cdot 6}{56 \cdot \left(\frac{3 \cdot 12}{100} \right) \cdot 12} = 7,9 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{comercial}} = 10 \text{ mm}^2$$



Calculo de la nueva caída de tensión:

$$e = \frac{2 \cdot (2 \cdot 80) \cdot 6}{56 \cdot 10 \cdot 12} = 0,28 \text{ V}$$

$$3\%(12)=0,36\text{V}$$

Resumen:

- Longitud línea paneles-caja de interconexión: 3 metros.
- Sección 6mm^2 , en cobre.
- Longitud línea caja de interconexión-regulador: 3 metros.
- Sección 10mm^2 , en cobre
- Potencia pico: 160 wp
- c.d.t 0.32 V.
- c.d.t **2.66 %**.

La caída de tensión de la línea es **2.66 %**.

Validez de la sección por calentamiento.

La línea estará formada por dos conductores unipolares de XLPE 0.6/1 kV, irá canalizada entubada en montaje superficial por tubos rígidos, que estará unida a la estructura de sujeción de los módulos.

La intensidad máxima será = 9.6 A.

ITC-BT-19, Tabla 1, $I_{\text{max}} = 4.8\text{A} < I_{\text{adm}}$; $I_{\text{adm}} = 49 \text{ A}$, $S = 6 \text{ mm}^2$.

ITC-BT-19, Tabla 1, $I_{\text{max}} = 9.6\text{A} < I_{\text{adm}}$; $I_{\text{adm}} = 68 \text{ A}$, $S = 10 \text{ mm}^2$. (Bajo tubo)

Se valida por calentamiento la línea.

El criterio más restrictivo será el de **caída de tensión**, por lo que la sección del conductor unipolar será de **10 mm^2 y 6 mm^2**

La línea estará formada por:

RZ1 – K	0.6/1 KV	2 x (1 x 6 mm²)
RZ1 – K	0.6/1 KV	2 x (1 x 10 mm²)

4.1.1.2 Diámetro de los tubos de la canalización a utilizar.

La línea se conectará al cuadro principal, y transcurrirá por un tipo de canalización: Entubada en montaje superficial.



Entubada en montaje Superficial:

La línea irá entubada en montaje superficial por tubos rígidos, en el tramo que va desde la caja de interconexión hasta el cuadro principal, y en cada tubo llevará sus 2 conductores unipolares de 10 mm².

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir lo indicado en la ITC-BT-19, ITC-BT-20 Y ITC –BT-21, y en su defecto lo prescrito en la norma UNE 20.460-5-523.

En cumplimiento de ITC-BT-21, tabla 2, el diámetro exterior de los tubos es de 25mm.

4.2 Cálculos de la sección de los conductores y diámetro de los tubos para la línea de la batería.

4.2.1 Línea de conexión batería-regulador.

Consistirá en la conexión del regulador con la batería.

Dependiendo de la opción escogida 12V o 24V y de la potencia necesaria, se necesitará una o más baterías.

Si se escoge la opción de 12V el número de baterías necesario para suministrar la potencia adecuada se conectarán en paralelo.

Si se escoge la opción de 24 V, el número de baterías necesario se conectará en serie y paralelo, es decir para obtener una tensión de 24V se emplearán 2 baterías en serie, y por lo tanto para obtener la capacidad necesaria se dispondrá de un número múltiplo de 2 de baterías.

Cada línea está formada por dos conductores, un conductor positivo de color rojo, y un conductor negativo de color azul.

El número de baterías conectados en serie o paralelo, vendrá condicionado por la potencia que se precise.

Descripción:

Las baterías se conectarán por medio de Conectores adecuados y los cables irán bajo tubo.

El tubo ira sujeto a la estructura del toldo con las fijaciones adecuadas.

Consideraciones:

- La potencia soportada por línea es de 160 w.
- El coeficiente de simultaneidad es 1.



- La temperatura será 40°C.
- Tensión de servicio: $V=12\text{ V}$
- Nivel de aislamiento: 0,6/1 KV
- Tipo de aislamiento: XLPE
- Intensidad de cálculo: $I= 9.6\text{ A}$
- Longitud línea: $2 \times 2 = 4\text{ metros}$.
- Sección 10mm^2 de cobre.

4.2.1.1 Cálculo de la sección del conductor

Para dimensionar los conductores se emplearán las siguientes fórmulas:

Clase de corriente	Sección	Caída de tensión
Continua	Conocida la intensidad	
	$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot e}$	$e = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot S}$
	Conocida la potencia	
	$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot e \cdot V}$	$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot V}$

Para la intensidad:

$$I = \frac{P}{V}$$

I: intensidad en Amperios (A).
P: potencia en vatios (W).
V: tensión en voltios (V).
L: longitud en metros (m).
S: sección (mm^2).
 γ : conductividad del cobre (56).
e: caída de tensión (V).



Línea batería-regulador

La sección será 10mm^2 hasta el regulador. Pero será necesario calcular su caída de tensión, puesto que la caída de tensión en las líneas del generador fotovoltaico, líneas de corriente continua se limitará a 1 %.

$$S = \frac{2 \cdot (2 \cdot 80) \cdot 2}{56 \cdot \left(\frac{1 \cdot 12}{100}\right) \cdot 12} = 7,9\text{mm}^2 \quad \text{longitud} = 2\text{metros}$$

$$S_{\text{comercial}} = 10\text{ mm}^2$$

Calculo de la nueva caída de tensión

$$e = \frac{2 \cdot (2 \cdot 80) \cdot 2}{56 \cdot 10 \cdot 12} = 0,09\text{ V}$$

$$1\%(12)=1,2\text{V}$$

Resumen:

- Longitud línea paneles-caja de interconexión: 2 metros.
- Sección 10mm^2 , en cobre.
- Potencia pico: 160 wp de los paneles
- c.d.t 0.09 V.
- c.d.t **0.075 %**.

La caída de tensión de la línea es **0.075 %**.

Validez de la sección por calentamiento.

La línea estará formada por dos conductores unipolares de XLPE 0.6/1 kV, irá canalizada entubada en montaje superficial por tubos rígidos, que estará unida a la estructura de sujeción de los módulos.

La intensidad máxima será = 9.6 A.

ITC-BT-19, Tabla 1, $I_{\text{max}} = 9.6\text{A} < I_{\text{adm}}$; $I_{\text{adm}} = 68\text{ A}$, $S = 10\text{ mm}^2$. (Bajo tubo)
Se valida por calentamiento la línea.

El criterio más restrictivo será el de **caída de tensión**, por lo que la sección del conductor unipolar será de **10 mm^2** .

La línea estará formada por:

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 10 mm^2)



4.2.1.2 Diámetro de los tubos de la canalización a utilizar.

La línea se conectará al cuadro principal, y transcurrirá por un tipo de canalización: Entubada en montaje superficial.

Entubada en montaje Superficial:

La línea irá entubada en montaje superficial por tubos rígidos, en el tramo que va desde la ubicación de la batería hasta el cuadro principal, y en cada tubo llevará sus 2 conductores unipolares de 10 mm².

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir lo indicado en la ITC-BT-19, ITC-BT-20 Y ITC –BT-21, y en su defecto lo prescrito en la norma UNE 20.460-5-523.

En cumplimiento de ITC-BT-21, tabla 2, el diámetro exterior de los tubos es de **25mm**.

4.3 Cálculos de la sección de los conductores y diámetro de los tubos para la línea de la carga.

4.3.1 Línea de conexión carga-regulador.

Consistirá en la conexión del regulador con la carga.

Cuando nos referimos a la carga estamos hablando de la luminaria.

Cada línea está formada por dos conductores, un conductor positivo de color rojo, y un conductor negativo de color azul.

Descripción:

La carga se conectará por medio de Conectores adecuados y los cables irán bajo tubo.

El tubo ira sujeto a la estructura del toldo con las fijaciones adecuadas.

Consideraciones:

- La potencia soportada por línea es de 36 w.
- El coeficiente de simultaneidad es 1.
- La temperatura será 40°C.
- Tensión de servicio: V=12 V
- Nivel de aislamiento: 0,6/1 KV



- Tipo de aislamiento: XLPE
- Intensidad de cálculo: $I = 3 \text{ A}$
- Longitud línea: $4 \times 2 = 8 \text{ metros}$.
- Sección 1.5 mm^2 de cobre.

4.3.1.1 Cálculo de la sección del conductor

Para dimensionar los conductores se emplearán las siguientes fórmulas:

Clase de corriente	Sección	Caída de tensión
Continua	Conocida la intensidad	
	$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot e}$	$e = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot S}$
	Conocida la potencia	
	$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot e \cdot V}$	$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot V}$

a) Para la intensidad:

$$I = \frac{P}{V}$$

I: intensidad en Amperios (A).

P: potencia en vatios (W).

V: tensión en voltios (V).

L: longitud en metros (m).

S: sección (mm^2).

γ : conductividad del cobre (56).

e: caída de tensión (V).

Línea carga-regulador

La sección será 1.5 mm^2 hasta el regulador. Pero será necesario calcular su caída de tensión, puesto que la caída de tensión en la línea de la carga, línea de corriente continua se limitará a 3 %.



$$3\%(12)=0,36V$$

Línea regulador-iluminación

$$S = \frac{2 \cdot 36 \cdot 4}{56 \cdot \left(\frac{3 \cdot 12}{100} \right) \cdot 12} = 1,19 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{comercial}} = 1,5 \text{ mm}^2$$

Calculo de la nueva caída de tensión

$$e = \frac{2 \cdot 36 \cdot 4}{56 \cdot 1,5 \cdot 12} = 0,28 \text{ V}$$

Resumen:

- Longitud línea carga-regulador: 4 metros.
- Sección 1.5 mm^2 , en cobre.
- Potencia : 36 w
- c.d.t 0.28V.
- c.d.t **2.33 %**.

La caída de tensión de la línea es **2.33 %**.

Validez de la sección por calentamiento.

La línea estará formada por dos conductores unipolares de XLPE 0.6/1 kV, irá canalizada entubada en montaje superficial por tubos rígidos, que estará unida a la estructura de sujeción de los módulos.

La intensidad máxima será = 3 A.

ITC-BT-19, Tabla 1, $I_{\text{max}} = 3\text{A} < I_{\text{adm}}$; $I_{\text{adm}} = 11 \text{ A}$, $S = 1.5 \text{ mm}^2$. (Bajo tubo)
Se valida por calentamiento la línea.

El criterio más restrictivo será el de **caída de tensión**, por lo que la sección del conductor unipolar será de **1.5 mm^2**

La línea estará formada por:

RZ1 – K 0.6/1 KV 2 x (1 x 1.5 mm^2)



4.3.1.2 Diámetro de los tubos de la canalización a utilizar.

La línea se conectará al cuadro principal, y transcurrirá por un tipo de canalización: Entubada en montaje superficial.

Entubada en montaje Superficial:

La línea irá entubada en montaje superficial por tubos rígidos, en el tramo que va desde la ubicación de la carga hasta el cuadro principal, y en cada tubo llevará sus 2 conductores unipolares de 1.5 mm^2 .

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir lo indicado en la ITC-BT-19, ITC-BT-20 Y ITC –BT-21, y en su defecto lo prescrito en la norma UNE 20.460-5-523.

En cumplimiento de ITC-BT-21, tabla 2, el diámetro exterior de los tubos es de **16mm**.

5. Observaciones

5.1 Paneles

- El número de paneles ha instalar esta limitado por la longitud del toldo.
- El ángulo de inclinación será un problema si se desea integrar los paneles en el toldo.
- La anchura de los paneles es otro problema si se desea integrar los paneles en el toldo.
- Otro problema importante es el ángulo de azimut, normalmente tendría que ser **0º Sur**, pero este ángulo quedará determinado por la orientación del lugar donde se coloque el toldo.
- No se puede determinar las pérdidas por sombras puesto que se desconoce el lugar de ubicación del toldo.

5.2 Baterías

- La elección de las baterías queda restringida por sus dimensiones, es decir no se pueden elegir baterías que se compongan de módulos independientes de 2V porque estos ocupan demasiado espacio, este espacio esta limitado a un recinto cilíndrico de 60 cm. de altura por 60cm de diámetro, lo cual no deja demasiado margen de maniobra, teniendo que decantarse por la utilización de baterías compactas, aunque también queda limitado el número de baterías compactas a 2.



DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Una posible solución en el caso de que se precise más espacio para las baterías es modificar el recinto donde están alojadas.

- La elección de las baterías queda limitada a la opción de 12V de tensión nominal por la misma razón de antes puesto que las baterías de 24V ocupan un mayor espacio.
- Se debe tener en cuenta que si se pretende utilizar la tensión de 24 V para la instalación se precisará el doble de baterías que en 12V, puesto que la tensión nominal de las baterías utilizadas es de 12V, y para conseguir 24V se precisa disponer 2 baterías en serie.

5.3 Iluminación

- La colocación de las luminarias esta muy restringida puesto que solo se pueden colocar en la barra central o como mucho en los brazos del toldo lo que limita mucho el poder tener una distribución homogénea de iluminación.
- El problema de la utilización de diodos LED en principio es su coste, pero también que el grado de apertura y el nivel de iluminación que proporcionan es bajo
- Para la iluminación se pueden elegir luminarias que ya vienen preparadas de fabrica para las tensiones de utilización 12v o 24v en corriente continua, o si por el contrario queremos utilizar otro tipo de luminaria, por razones estéticas o porque ya se poseía de una instalación anterior que funcionaba a 220v en corriente alterna se puede adaptar la luminaria utilizando balastos electrónicos adecuados.
- Se deberá tener en cuenta que los tubos fluorescentes son los mismos tanto en alterna como en continua, lo que cambia es el mecanismo interior de la luminaria.
- Si no se opta por utilizar una luminaria nueva cuyo funcionamiento de fábrica era de 220v ac y es adaptada a 12v o 24v será lógicamente más caro que si se emplease una luminaria que ya venga preparada de fábrica para su funcionamiento en corriente continua.



6. Comparativa de prestaciones de las posibles soluciones a la instalación fotovoltaica

En la siguiente tabla se hace una comparativa de instalaciones combinado diferentes elementos para diferentes tensiones y potencias. Estos cálculos han sido realizados con la hoja de cálculo desarrollada para este proyecto.

Características	Instalación1	Instalación 2	Instalación3	Instalación4
Tensión (V)	12	12	24	24
Consumo energético (10h)				
Et(teórico)Wh	360	720	360	720
E(real)Wh	463,2353	926,4706	463,2353	926,4706
E-EtWh	103,2353	206,4706	103,2353	206,4706
Baterías				
Ct(teorico)Ah	220,5882	441,1765	110,2911	220,5882
C(real)Ah	250	250	145	250
Tipo	Hoppecke Energy 250	Hoppecke Energy 250	Hoppecke Energy 145	Hoppecke Energy 250
Nb	1	2	2	2
Días de autonomía	4,53	4,53	10,51	9,066
Precio ud €	359,42	359,42	211,08	359,42
Paneles				
Np	2	4	1	2
P(Wp)	80	80	150	150
Tipo	BP 380	BP 380	BP 3150	BP 3150
Precio ud €	760	760	1121,83	1121,83
Regulador				
Intensidad (A)	12	30	8	12
Tipo	BP GCR1200	BP GCR 3000	BP GCR 800	BP GCR1200
Nr	1	1	1	1
Precio ud €	59	95	53	59
Cables				
S1(P-R) mm2	10	16	2,5	4
S2(B-R)mm2	10	16	2,5	4
S3(C-R)mm2	1,5	2,5	1,5	1,5
Precio total €	18,72	27,12	8,64	10,56
Producción anual KWh	269,488	538,976	252,645	505,29
Presupuesto €	1957,14	3880,96	1605,63	3032,06



7. Conclusión

A la vista de los resultados puede observarse que la instalación que funciona a 24V resultará más barata que la instalación que funciona a 12V.

Además se puede apreciar que los costos por conductor se reducen puesto que, al aumentar la tensión se reduce la sección del conductor.

También por la misma razón anterior el regulador empleado será de menor intensidad y por lo tanto más barato.

El inconveniente es que se precisa el doble de baterías para la tensión de 24V aunque la capacidad necesaria de estas también se reduce.

Debido a la condición anterior sumada al escaso espacio que se dispone, la elección de la instalación de 24V, aunque es la más idónea económicamente hablando queda supeditada a la disponibilidad de espacio para alojar las baterías.

Cartagena, Junio 2010.

Alumno:
Francisco Escámez Fernández.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Departamento de Ingeniería Eléctrica



PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE COMPONENTES

Titulación: I.T.I. Electricidad.

Alumno: Francisco Escámez Fernández.

Directores: Juan Martínez Tudela.

Juan Álvaro Fuentes Moreno.

Cartagena, Junio 2010.



JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE COMPONENTES

Los componentes básicos de una instalación fotovoltaica son los siguientes:

- **Paneles fotovoltaicos.**
- **Baterías.**
- **Reguladores.**

A continuación se justificará la elección de los componentes.

Elección de los módulos fotovoltaicos

La cantidad de energía diaria entregada por los paneles fotovoltaicos variará dependiendo de la orientación, de la localización, del clima y de la época del año. En promedio, en verano, un panel producirá cerca de cinco veces la energía especificada en vatio por horas y por día, y en invierno cerca de dos veces esa cantidad. Por ejemplo, en verano un panel de 50 vatios producirá un promedio de 250 vatios/hora, y en invierno cerca de 100 vatios/hora. Estos valores son solamente indicativos.

Todo dependerá de la potencia a instalar normalmente son mas económicos cuanto más grande son, pero puede no coincidir con la potencia a instalar por lo tanto no depende solo del precio lo que conviene instalar.

Un típico problema que se presenta: si la instalación es proyectada en su totalidad de consumo dividimos la potencia a instalar por el múltiplo de potencia del panel elegido Ósea necesito 450wpico con paneles de 65W tendremos $450:65=6$ pero nos faltarían 60w, $65W*7=460$ nos sobrarían 10.

Con paneles de 125w tendríamos que con cuatro nos sobrarían 50 y con 3 nos faltarían 75. Como todos los paneles de una instalación deben ser iguales en potencia o muy parecida para evitar que unos trabajen sobre otros, tendremos que buscar cual es la combinación mas conveniente, no solo desde el aspecto precio sino la forma de la estructura, espacio disponible sombras posibles etc.

El siguiente cuadro muestra algunas de las características de algunos tipos de módulos fotovoltaicos.

CELULAS		RENDIMIENTO LABORATORIO	RENDIMIENTO DIRECTO	CARACTERÍSTICAS	FABRICACIÓN
	MONOCRISTALINO	24 %	15 - 18 %	Es típico los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre si (Czochralsky).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	POLICRISTALINO	19 - 20 %	12 - 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocrystalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	AMORFO	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.



Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE COMPONENTES



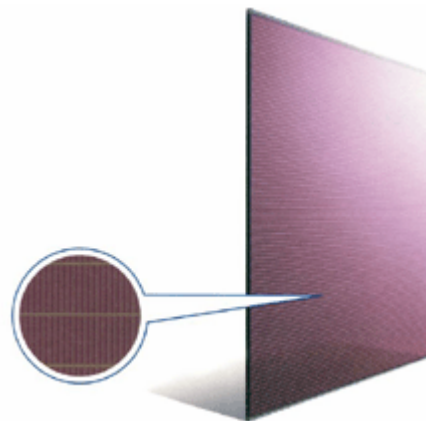
Paneles Monocristalinos

- Celdas de un sólo cristal de silicio



Paneles Policristalinos

- Celdas de cristales múltiples
- Comparable a los monocristalinos en construcción, costo, características eléctricas y durabilidad



Paneles de película fina (amorfos)



JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE COMPONENTES

- Estructura cristalina irregular
- Tienden a sufrir degradación más acelerada
- Tecnología en proceso de maduración
- Prometen reducir significativamente los costos de fabricación

Normalmente se recomienda el uso de paneles monocristalinos pero también es interesante tener en cuenta los paneles policristalinos. El rendimiento de estos últimos es menor pero en contrapartida tienen un mejor precio. No se recomienda el uso de paneles amorfos dado su bajo rendimiento y su deterioro con el tiempo. Existen otro tipo de tecnologías que no están basadas en el silicio y no se recomienda su uso en particular en instalaciones aisladas, bien por consideraciones económicas, o bien por consideraciones técnicas (Voltaje, etc.).

Los paneles elegidos para el cálculo son de silicio policristalino de la marca **BP Solar**, modelo **BP 380**, de las siguientes características eléctricas y físicas:

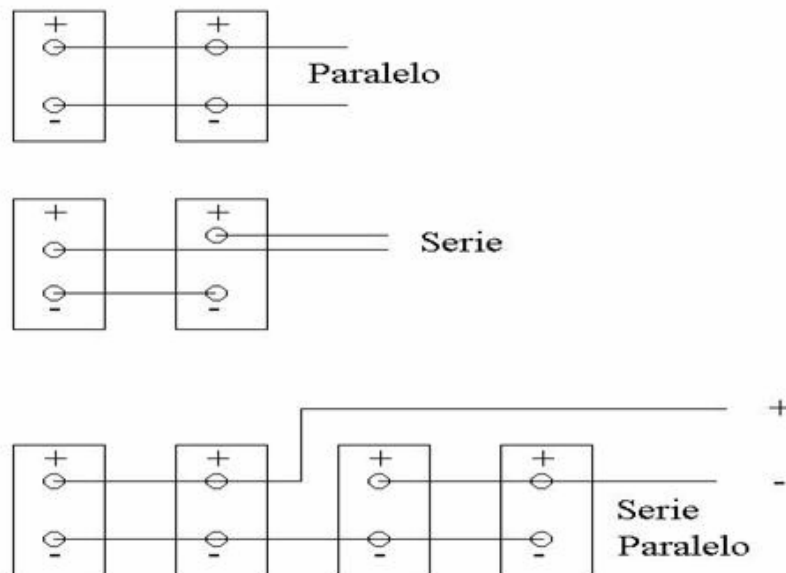
Modelo	BP 380
Potencia (W)	80
Número de células	36
Intensidad a potencia máxima (A)	4,6
Tensión a potencia máxima (V)	17,6
Intensidad de cortocircuito (A)	4,8
Tensión de circuito abierto (V)	22,1
Longitud (mm)	1209
Anchura (mm)	537
Espesor (mm)	50
Peso (Kg)	7,7



JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE COMPONENTES

En la siguiente imagen se especifican los posibles modos de conexión de los paneles.

FORMAS DE CONEXIONADO DE LOS PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS



Elección de la batería

La función prioritaria de las baterías en un sistema de generación fotovoltaico es la de acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo o en cantidades mayores a las que pueden ser provistas directamente del conjunto. Se utilizan generalmente baterías de "ciclo profundo" diseñadas especialmente. A Diferencia de las baterías normales, estas pueden descargar cerca de la mitad de la energía almacenada varias miles de veces antes de que deterioren. Cada batería generalmente es de 2 V, y el conjunto total de baterías esta formado generalmente por varias baterías conectadas en series o paralelo para proporcionar el nivel de energía requerido. Las baterías deben ser las adecuadas para satisfacer cada uso particular, dependiendo de la radiación solar diaria total, la carga total, la carga máxima y el número de días de almacenaje requerido.

En el mercado existen numerosos tipos de modelos de baterías distintos tanto por tipo como por capacidad.



JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE COMPONENTES

En las siguientes imágenes podemos observar algunos de los tipos más empleados en usos fotovoltaicos.



A continuación se describen las condiciones que se debería cumplir a la hora de elegir la batería más adecuada:

- Para este proyecto se deben escoger baterías diseñadas específicamente para aplicaciones fotovoltaicas en donde se pide un consumo constante y en donde se puede llegar a una profundidad de descarga importante, nunca baterías para propósitos de tracción (baterías de arranque).
- En función de la potencia de la instalación se escogerá la batería de mayor capacidad posible para utilizar el menor número de baterías posibles.
- En el caso de emplear más de una batería nunca se utilizarán batería viejas junto con baterías nuevas.
- Las baterías junto con los paneles son los que determinan el rendimiento y eficacia del sistema.

En el presente proyecto se nos presentan una serie de problemas que nos limitan la elección del tipo de batería más adecuado:

- Debido al tamaño del recinto donde se deben colocar las baterías no se puede optar por colocar baterías que emplean distintos módulos de 2V para poder completar las tensiones de 12 o 24 V, dependiendo de la opción que se escoja. En la siguiente imagen podemos observar la disposición de un banco de baterías compuesto por 24 módulos de 2 voltios cada uno agrupados en dos grupos de 12 módulos conectados en serie. Si los dos módulos se conectan en serie supondrán una tensión de 48V y si se conectan en paralelo supondrán una tensión de 24V en total.

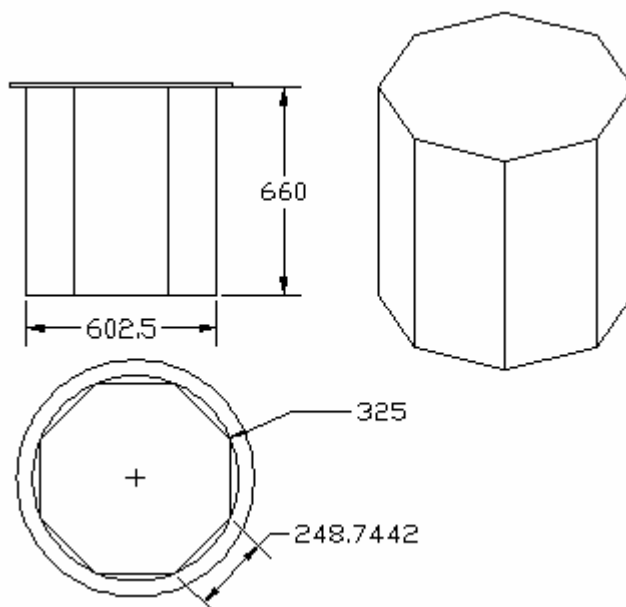


Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE COMPONENTES



Ejemplo de bancada de baterías



Detalle del recinto donde se situarán las baterías
(Unidades expresadas en mm)



Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE COMPONENTES

En conclusión la opción más adecuada para este proyecto es la utilización de baterías monobloque de 12 Voltios. Y dependiendo de la opción de tensión escogida 12V o 24 V, se necesitará como mínimo una batería de 12V para la tensión de 12V y dos baterías para la tensión de 24 V.

Esta es una imagen de la batería monobloque compuesta por 6 vasos de 2V cada uno, que suponen en conjunto 12V.



El acumulador a instalar será de la marca Hoppecke modelo monoblock 12V **Hoppecke Energy 250 Ah**

Capacidad (27°C)			Dimensiones					
Ah			Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Peso Kg		
						Batería seca	Ácido 1,28 Kg/l	Total
250	225	190	518	276	242	47,6	16,8	64,4

Para obtener más información sobre los equipos consultar anexo, catálogo de equipos.



JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE COMPONENTES

A continuación se muestran los modos de conexión de las baterías

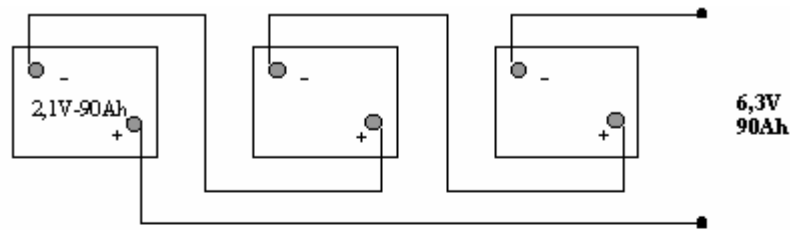


Figura 1: Acumuladores asociados en serie

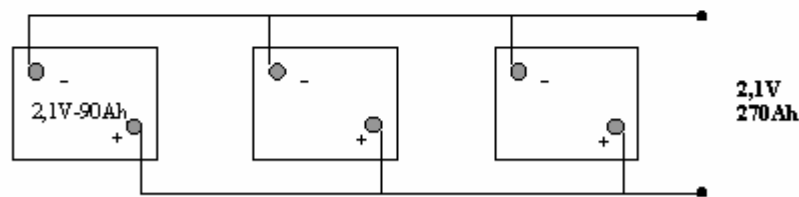


Figura 2: Acumuladores asociados en paralelo

Reguladores solares fotovoltaicos

Para una carga idónea de las baterías se hace necesario el empleo de reguladores inteligentes que detecten en cada momento el estado de la batería así como la potencia entregada por los paneles. Además los reguladores permiten detectar cuando las baterías han llegado a una profundidad de descarga determinada con lo cual la protegen y evitan al usuario realizar cualquier proceso de carga adicional para recargarlas.

Los reguladores solares tienen como función principal la protección de los acumuladores contra sobrecarga, otras funciones incorporadas pueden ser: la flotación (mantener los acumuladores cargados en una tensión media alta) control de consumidores (desconexión de consumidores cuando las baterías estén vacías).

Existen diversos tipos de reguladores de carga.

El diseño mas simple es aquel que involucra una sola etapa de control. El regulador monitorea constantemente la tensión de batería.

Cuando dicha tensión alcanza un valor para el cual se considera que la batería se encuentra cargada (aproximadamente 14.1 Voltios para una batería de plomo ácido de 12 Voltios nominales) el regulador interrumpe el proceso de carga. Esto puede lograrlo abriendo el circuito entre los módulos fotovoltaicos y la batería (control tipo serie) o cortocircuitando los módulos fotovoltaicos (control tipo shunt o paralelo). Cuando el consumo hace que la batería



JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE COMPONENTES

comience a descargarse y por lo tanto a bajar su tensión, el regulador reconecta el generador a la batería y vuelve a comenzar el ciclo.

En el caso de reguladores de carga cuya etapa de control opera en dos pasos, la tensión de carga a fondo de la batería puede ser algo mayor a 14,1 Voltios.

El regulador queda definido especificando su nivel de tensión (que coincidirá con el valor de tensión del sistema) y la corriente máxima que deberá manejar.

Para ilustrarlo con un ejemplo sencillo:

[Se supone que se tiene que alimentar una vivienda rural con consumo en 12 Vcc. y para ello se utilizan dos módulos fotovoltaicos.

La corriente máxima de estos módulos es $I_{mp} = 2,75 \text{ A}$ y la corriente de cortocircuito $I_{cc} = 3 \text{ A}$.

Al estar los módulos en paralelo la corriente total máxima que deberá controlar el regulador será

$$I_{\text{total}} = 2 \times 3 \text{ A} = 6 \text{ A}$$

Se considera la corriente de cortocircuito para contemplar la peor situación.

El regulador a elegir, por lo tanto, deberá estar diseñado para trabajar en una tensión de 15 Voltios (tensión de trabajo de los módulos) y manejar una corriente de 6 A.]

La elección del regulador a instalar vendrá determinada básicamente por la intensidad que debe soportar.

En este caso algunas de las razones por la que se escoge este regulador son:

- El fabricante es el mismo que el de los paneles.
- Su tensión de trabajo es dual 12/24V lo que puede permitir distintas configuraciones.
- En el mercado existen infinidad de modelos y precios, y se ha buscado un término medio.

El regulador a instalar será de la marca BP Solar modelo **GCR 1200** 12A 12/24V, tipo serie.





Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE COMPONENTES

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	GCR-1200 Y 1200M	GCR-2000 Y 2000M	GCR-3000 Y 3000M
Tensión de fin de carga	13,7V/27,4V		
Activación carga de flotación	SOC<70% (regulación por tensión 12,4V/24,8V)		
Tensión final carga de flotación (1 h)	14,4V/28,8V		
Activación carga de igualación	SOC<40% (regulación por tensión 11,7V/23,4V)		
Tensión final carga de igualación (1 h)	14,7V/29,4V (no disponible en baterías de gel)		
Activación periódica de la carga de igualación	Cada 30 días, ecualización durante 1 hora (ajustable mediante puentes)		
Preaviso desconexión	SOC<40% (regulación por tensión 11,7V/23,4V)		
Tensión de desconexión de consumo	SOC<30% (regulación por tensión 11,1V/22,2V)		
Tensión de reconexión de consumo	SOC>50% (regulación por tensión 12,6V/25,2V)		
Baja tensión	1,5V/21,0V		
Alta tensión	15,0V/30,0V		
Sobreintensidad en paneles (desconexión de consumo)	13,2 A	22 A	33 A
Desconexión de consumo por sobreintensidad al cabo de 2'	13,2 A	22 A	33 A
Desconexión de consumo por sobreintensidad al cabo de 4''	15,5 A	26 A	38 A
Sobrettemperatura (desconexión de consumo)	Desconexión a 85°C aprox ./ Reconexión a 70°C aprox.		

Cartagena, Junio 2010.

Alumno:
Francisco Escámez Fernández.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Departamento de Ingeniería Eléctrica



PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

Titulación: I.T.I. Electricidad.

Alumno: Francisco Escámez Fernández.

Directores: Juan Martínez Tudela.

Juan Álvaro Fuentes Moreno.

Cartagena, Junio 2010.



Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

INDICE

0.	INTRODUCCIÓN	2
1.	ESTIMACIÓN DE LOS CONSUMOS ELÉCTRICOS DIARIOS	3
2.	CONSUMO ENERGÉTICO REAL	6
3.	CAPACIDAD DEL BANCO DE BATERÍAS	7
4.	VENTILACIÓN DE LAS BATERÍAS	9
5.	CÁLCULO DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS.....	9
6.	COMPROBACIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS	13
7.	CÁLCULO DEL REGULADOR DE CARGA	13
8.	CÁLCULOS DE LAS SECCIONES DE CABLEADO	16
9.	PRESUPUESTO	18
10.	ESQUEMA	19
11.	PRODUCCIÓN ENERGÉTICA.....	20
12.	PRÉSTAMO	21
13.	RESUMEN.....	23




EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

0. Introducción

El objetivo del presente documento es explicar el funcionamiento del programa desarrollado para dimensionar una instalación fotovoltaica aislada.

PVGIS Solar Irradiance Data
<http://sunbird.irc.it/pvgis/apps/radday.php?lang=es&map=africa>


 **EUROPEAN COMMISSION**
DIRECTORATE-GENERAL
Joint Research Centre


CARTAGENA
Localización: 37°36'34" Norte, 0°59'15" Oeste, Elevation: 11 metros sobre nivel del mar.

DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA

ÍNDICE

- [1-Estimación de los consumos eléctricos diarios](#)
- [2-Consumo energético real \$E=Et/R\$](#)
- [3-Capacidad del banco de baterías C\(A.h\)](#)
- [4-Ventilación de las baterías](#)
- [5-Cálculo de los paneles fotovoltaicos](#)
- [6-Comprobación de los paneles fotovoltaicos](#)
- [7-Cálculo del regulador de carga](#)
- [8-Cálculos de las secciones de cableado](#)
- [9-Presupuesto](#)
- [10-Esquema](#)
- [11-Producción energética](#)
- [12-Prestamos IDAE](#)
- [13-Resumen](#)

 Menus desplegables

 Datos modificables

Como se puede observar esta es la primera imagen que aparece cuando se abre la hoja de cálculo, que representa el índice de todo el documento.

En esta parte se puede ir a cada uno de los apartados del programa simplemente pulsando encima del texto correspondiente del esquema, o bien utilizando la barra de desplazamiento vertical, ya que todos los apartados están ubicados uno a continuación de otro.

También se puede observar que hay una leyenda donde se muestra un recuadro azul y otro rojo. El significado es el siguiente:

Cada celda del documento que este enmarcada en un recuadro azul indica que si se pulsa encima de ella aparecerá un menú desplegable que permitirá escoger datos.



Cada celda del documento que este enmarcada con un recuadro rojo indica que en esta celda se pueden introducir o modificar datos.





EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

El resto de celdas no pueden ser modificadas por el usuario para evitar un mal funcionamiento del programa.

Otro detalle que aparece al principio del programa, es un hipervínculo, que si se dispone de conexión a Internet, al pulsarlo conecta con la página Web de donde se han obtenido los datos de irradiación usados en el documento para la ciudad de Cartagena.

1. Estimación de los consumos eléctricos diarios

Este es el primer punto que se nos muestra a la hora de comenzar a utilizar el programa

INDICE		1. Estimación de los consumos eléctricos diarios				
		Elemento	Unidades	Potencia (w)	Horas (h)	Energía (w.h)
MÍNIMO		Luminaria estanca 12V 1X36W	1	36	10	360
MÁXIMO		Luminaria estanca 12V 2X36W	1	72	10	720
LIBRE		Elemento libre	0	0	0	0

Elegir Consumo energético teórico (Et)= **MÍNIMO**

Precio € luminaria	Unidades fuente luminosa	Precio € fuente luminosa	Precio total €
80,1	1	5,84	85,94
93	2	11,68	104,68
0	0	0	0

Et(Wh)= **360** Wh

Elegir la tensión de la instalación
V(v) = **12** V

iluminacion

En esta imagen se muestra el cuadro donde se pueden elegir los consumos para la instalación. Realmente este es el punto más importante de todo el programa, puesto que según el consumo que se escoja, toda la instalación fotovoltaica puede resultar totalmente diferente.



EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

ÍNDICE
1-Estimación de los consumos eléctricos diarios

	Elemento	Unidades	Potencia (w)	Horas (h)	Energía (w.h)
MÍNIMO	Luminaria estanca 12V 1X36W	1	36	10	360
MÁXIMO	Luminaria estanca 12V 2X36W	1	72	10	720
LIBRE	Elemento libre	0	0	0	0

Elegir Consumo energético teórico (Et)=

MÍNIMO
MÍNIMO
MÁXIMO
LIBRE

Precio € luminaria	Unidades fuente luminosa	Precio € fuente luminosa	Precio
80,1	1	5,84	
93	2	11,68	
0	0	0	

En este caso como la luminaria se compone de dos tubos fluorescentes multiplicamos el precio del tubo fluorescente por 2

Elegir la tensión de la instalación

V(v) = 12
12
24
iluminacion

Se presentan tres opciones, dos de ellas predeterminadas. Para escoger una opción para el cálculo se marca dicha opción en el desplegable “**Elegir consumo energético teórico**”. Si se elige la opción “**LIBRE**” se pueden utilizar los datos, definidos por el usuario, que permiten un cálculo no predeterminado.

También se presenta la opción de poder elegir la tensión de trabajo de la instalación entre 12 o 24V marcando en el desplegable “**Elegir la tensión de la instalación**”

Como se puede apreciar, todas las elecciones en este apartado dan como resultado el consumo teórico de la instalación -**Et(W.h)**-.

Otros detalles a tener en cuenta a lo largo de todo el documento son:

Las celdas que presenten en la esquina superior derecha una marca roja; al situar el cursor encima mostrarán comentarios, que representan aclaraciones.



Las celdas con fondo verde encuadradas en un marco negro y con el texto de color azul representan hipervínculos que al pulsar encima del texto muestran una nueva página con datos aclaratorios o de interés.



Si se pulsa en la celda superior izquierda denominada “**ÍNDICE**”, que aparece en cada uno de los apartados, se irá al principio del documento donde está el esquema, sin necesidad de utilizar la barra de desplazamiento vertical.





Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

Al pulsar encima del texto de la celda denominada “**iluminación**” se traslada hacia una página donde aparece información referente a los equipos de iluminación utilizados.

Si se desea volver a punto de partida del documento principal simplemente pulsaremos en la celda denominada “**calculos**”. Este detalle será válido a lo largo de todo el documento.

calculos

<http://www.laborda.com/index.php?modulo=productos.php&pc=58>

Luminarias estancas ip65 12vcc y 24vcc

Luminaria estanca IP65 difusor metacrilato. Balasto electrónico.



<http://www.greendevil.es/fluorescentes-trifosforo-p-785.html>

Descripción	PVP (€)
Fluorescentes 18w	4
Fluorescentes 36w	5,84

Descripción	PVP (€)
Luminaria estanca 12V 1X18W	53,25
Luminaria estanca 12V 2X18W	66,6
Luminaria estanca 12V 1X36W	80,1
Luminaria estanca 12V 2X36W	93
Luminaria estanca 24V 1X18W	53,25
Luminaria estanca 24V 2X18W	66,6
Luminaria estanca 24V 1X36W	80,1
Luminaria estanca 24V 2X36W	93



EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

2. Consumo energético real

Una vez obtenido el consumo energético teórico en el apartado anterior se pasa al apartado número 2 denominado “**Consumo energético real**” donde se elegirán los valores de los factores de corrección necesarios para obtener el consumo energético real **-E(W.h)-**, de la instalación, actuando en cada uno de los menús desplegables.

ÍNDICE 2-Consumo energético real E=Et/R

R= Parámetro de rendimiento global

$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \cdot (1 - K_a \cdot N / P_d)$

K_b= Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador.
0,05 En sistemas que demanden descargas intensas.
0,1 En sistemas con descargas profundas.

K_c= Coeficiente de pérdidas en el convertidor.
0,05 Para convertidores senoidales puros, trabajando en régimen óptimo.
0,1 En otras condiciones de trabajo, lejos del óptimo.

K_v= Coeficiente de pérdidas varias
Agrupa otras pérdidas como (rendimiento de red, efecto joule, etc)
0,05-0,15 como valores de referencia.

K_a= Coeficiente de autodescarga diario.
0,002 Para baterías de baja autodescarga Ni-Cd.
0,005 Para baterías estaciona Pb-ácido (las más habituales).
0,012 Para baterías de alta autodescarga (arranque de automóviles).

N = Número de días de autonomía de la instalación
Serán los días que la instalación deba operar bajo una irradiación mínima (días nublados continuos) en los cuales se va a consumir más energía de la que el sistema fotovoltaico va a ser capaz de generar
4 a 10 días como valor de referencia

P_d = Profundidad de descarga diaria de la batería
Esta profundidad de descarga no excederá el 80% (referida a la capacidad nominal del acumulador), ya que la eficiencia de este decrece en gran medida con ciclos de carga-descarga profundos.

kb	0,1
Kc	0
Kv	0,1
Ka	0,005
N	4
Pd	0,7
R	0,777143
E	463,235 Wh Consumo energético real

$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \cdot (1 - K_a \cdot N / P_d)$

$E = E_t / R$

E-Et=	103,2353 Wh
E-Et(%)=	22,28571 %

kb	0,1
Kc	0
Kv	0,1
Ka	0,005
N	4
Pd	3
R	4
E	5

$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \cdot (1 - K_a \cdot N / P_d)$

$E = E_t / R$

E-Et=	103,2353 Wh
E-Et(%)=	22,28571 %

h Consumo energético real



3. Capacidad del banco de baterías

En el apartado número 3 denominado “**Capacidad del banco de baterías**” se muestra la capacidad calculada de banco de baterías en función de los datos escogidos en los apartados precedentes. A partir de este valor y actuando sobre el menú desplegable denominado “**Tipo de batería**” se escoge la batería más adecuada.

En función de la batería escogida el programa calculará el número real de baterías necesarias para hacer frente a la capacidad calculada.

También se puede escoger la batería en función de la capacidad de descarga, actuando sobre el menú desplegable “**Capacidad de la batería**”, en este caso se tiene tres o cuatro opciones dependiendo de la batería, C-100; C-20; C-10 y C-5.

De todas formas para la utilización de baterías con propósito fotovoltaico es más recomendable utilizar la opción C-100. Las demás opciones se han incluido para poder explorar distintas posibilidades.

E aquí un apunte sobre que es y que representa la capacidad de una batería:

[La capacidad, es la cantidad de energía, que puede almacenar una batería.

La capacidad de almacenaje de energía de una batería depende de la velocidad de descarga. La capacidad nominal que la caracteriza corresponde a un tiempo de descarga de 10 horas. Cuanto mayor es el tiempo de descarga, mayor es la cantidad de energía que la batería entrega. Un tiempo de descarga típico en sistemas fotovoltaicos es 100 hs. Por ejemplo, una batería que posee una capacidad de 80 Ah en 10 hs (capacidad nominal) tendrá 100 Ah de capacidad en 100 hs.

La cantidad de energía que es capaz de almacenar una batería depende de su capacidad, que se mide en Amperios hora. Por ejemplo, suponiendo una descarga total una batería de 100Ah puede suministrar un amperio durante 100h o 2 amperios durante 50 h, o 5 A durante 20 h. El número de días que la batería puede mantener el consumo de la instalación (autonomía) dependerá de su capacidad; cuantos más amperios hora pueda almacenar, mayor número de días.

La capacidad, varía según la forma en que se extraiga la energía. Si la corriente es muy alta, la capacidad disminuye. Si la corriente es pequeña, la capacidad crece.]

Si se desea utilizar una batería diferente a las presentadas, se deberá rellenar las celdas adecuadas del recuadro situado al final del apartado, y una vez rellenado, se actuará en el desplegable “**Tipo de batería**” escogiendo la opción “**LIBRE**”.



Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

INDICE
3- Capacidad del banco de baterías C(A.h)

$C = E \cdot N / V \cdot P_d$

Donde V(V) es la tensión nominal del acumulador
 $V(V) = 12 \text{ V}$

$C(A.h) = 220,5882 \text{ Ah}$
 A partir de este dato elegiremos la batería mas adecuada

Energy 12V 250		Tipo de batería
C-100Ah	250	
C-20Ah	225	
C-10Ah	201,6667	
C-5Ah	190	

329	€	Precio por unidad
1		Número de unidades
329	€	Precio total

Capacidad de la batería	Ah	Número de baterías			Total
		paralelo		serie	
		calculado	real	real	
C-100Ah	250	0,882353	1	0	1

Recalculando N con los datos nuevos

$N = 4,533333$ días de autonomía

Horas de autonomía reales de la batería

$h = 45,33333$ horas reales de autonomía totales

Si deseamos introducir los datos de una batería que no está en la lista completaremos el siguiente cuadro, Posteriormente elegiremos de la lista de baterías la opción **LIBRE**

C-100Ah	0	Ah
C-20Ah	0	Ah
C-10Ah	0	Ah
C-5Ah	0	Ah
Precio	0	€

Si se pulsa la celda de fondo verde denominada “**Baterías**”, aparece una nueva página, donde se describen las características de las baterías utilizadas.

Baterías											
Baterías											
Producto	Descripción	Capacidad de Batería con descarga (20°C)				DIMENSIONES			Peso kg		
		C-100 Ah	C-20 Ah	C-10 Ah	C-5 Ah	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	baterías	ácido 1.28	PVP
LIBRE											
OPeS 12V 100	118 Ah 12V	110	91,111	100	85	272	205	385			486
OPeS 12V 150	177 Ah 12V	165	136,667	150	127,5	380	205	385			633
Energy 12V 65	65 Ah	65	60	53,333	50	247	175	190	11,4	4,6	85
Energy 12V 80	80 Ah	80	75	65	60	278	175	190	14,8	5	111
Energy 12V 105	105 Ah	105	95	85	80	352	175	190	17,1	6,7	139
Energy 12V 110	110 Ah	110	100	90	85	308	175	220	18,9	6,5	179
Energy 12V 145	145 Ah	145	135	118,333	110	513	189	223	29,7	10,2	192
Energy 12V 185	185 Ah	185	165	148,333	140	513	223	223	35,7	12,6	235
Energy 12V 250	250 Ah	250	225	201,667	190	518	276	242	47,6	16,8	329
FS 12V 200	205 Ah 12 V	205	187	0	0	513	223	223			235
FS 12V 250	250 Ah 12 V	250	220	0	0	518	291	242			278



EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

4. Ventilación de las baterías

En el apartado número 4 denominado “**Ventilación de las baterías**” nos aparece el cálculo de la superficie de ventilación necesaria para el recinto donde se sitúen las baterías.

ÍNDICE 4-Ventilación de las baterías

El caudal mínimo de aire para la ventilación de una ubicación o sala de baterías será calculado mediante la fórmula

$$Q = 0,05 \cdot n \cdot I_{gas} \cdot Crt / 1000 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

n= Número de elementos de la batería
I_{gas}= Intensidad de flotación o rápida (mA/Ah) correspondiente al cálculo (tabla 1)
Crt= Capacidad de los elementos de plomo ácido (Ah) $U_f=1,8$ V/elemento a 20°C

Operación	Elementos abiertos (Sb<3%)	Elementos VRLA
Carga de flotación	5	1
Carga rápida	20	8

Con ventilación natural

$$S \geq 28 \cdot Q \text{ (cm}^2\text{)}$$

S= Área de la superficie de entrada y salida de aire cm²

n =	6	Elementos
I_{gas} =	5	mA/Ah
Crt =	250	Ah
Q =	0,375	m³/h
S_e =	10,5	cm²
S_{real} =	14,7	cm²

3,83406 cm

S(cm²) 3,83406 cm

5. Cálculo de los paneles fotovoltaicos

En el apartado número 5 denominado “**Cálculo de los paneles fotovoltaicos**” se calculará el número de paneles necesarios para la instalación.

Se procederá del siguiente modo:

Se elige un tipo de panel del menú desplegable “**Tipo de panel**” en función de la potencia de consumo real de la instalación -**E(W.h)**-.

Una vez escogido el tipo de panel procedemos a elegir la inclinación de los paneles. En este programa se puede elegir la orientación de los paneles para cada mes de manera individual. De esta forma se contempla la posibilidad de distintas inclinaciones a lo largo del año.

Una vez escogida la inclinación se obtiene el número de paneles necesario. Se ha de tener en cuenta que aunque aparezcan todos los datos, de todos los meses, a efectos de cálculo el programa utiliza como datos de cálculo los correspondiente al mes más desfavorable; en este caso Diciembre. Por lo tanto el número de paneles necesario queda reflejado en la celda inferior izquierda de la tabla.



EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

Al igual que en el apartado de las baterías se puede escoger un tipo de panel que no este en la lista, completando las celdas del recuadro que aparecen en la mitad del apartado, y una vez hecho esto eligiendo la opción “**LIBRE**” del menú desplegable “**Tipo de panel**”.

INDICE
5.Cálculo de los paneles fotovoltaicos

Localización de Cartagena: 37°36'34" Norte, 0°59'15" Oeste

$$NP = E/0,9 \cdot W_p \cdot HPS$$

NP= Número de paneles necesarios
Wp= Potencia pico del panel según fabricante
HPS= Horas de pico solar KWp

Elección de los paneles fotovoltaicos

BP 380 U policristalino 80W

Tipo de panel
80 Potencia W
4,8 Intensidad de cortocircuito A

564 €

Precio por unidad

2

Número de paneles

1128 €

Precio total

Paneles fotovoltaicos

*Si deseamos introducir los datos de un panel fotovoltaico que no está en la lista completaremos el siguiente cuadro. Posteriormente elegiremos de la lista de paneles fotovoltaicos la opción **LIBRE***

0

Potencia W

0

Intensidad de cortocircuito A

0

Precio €

Cálculo del número de paneles según el mes y según la inclinación

Datos de irradiación

Mes	Inclinación	Irradiación KWh/m2	Número de paneles necesario	
			Calculado	Real
Ene	30 grados	3,8931	1,6526	2
Feb	30 grados	4,5079	1,4272	2
Mar	30 grados	5,4981	1,1702	2
Abr	30 grados	5,7621	1,1166	2
May	30 grados	6,2714	1,0259	2
Jun	30 grados	6,4987	0,9900	1
Jul	30 grados	6,6842	0,9625	1
Ago	30 grados	6,3151	1,01880	2
Sep	30 grados	5,8320	1,10319	2
Oct	30 grados	5,0196	1,28175	2
Nov	30 grados	3,7173	1,73076	2
Dic	30 grados	3,5911	1,79160	2

Angulo óptimo



EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

Pulsando la celda denominada **“Paneles fotovoltaicos”** se obtiene información de los paneles fotovoltaicos utilizados.


Paneles fotovoltaicos		potencia	largo	ancho	peso	Isc	PYP
		w	mm	mm	Kg	A	I
LIBRE		0				0	0
Saturno BP-785S monocristalino 85 w		85	1250	800	7,7	5,13	634
Saturno BP-790S monocristalino 90 w		90	1209	537	6,1	5,3	684
BP SX-5 policristalino 5w		4,5	25	26,9	0,8	0,3	113
BP SX-10 policristalino 10w		10	41,6	27,3	1,9	0,65	149
BP SX-20 policristalino 20w		20	41,9	50,2	3	1,29	232
BP SX-30 policristalino 30w		30	58,9	50,2	3,9	1,94	302
BP 350 policristalino 50w		40	655	537	5,75	2,54	369
BP 340 policristalino 40w		50	839	537	6	3,17	387
BP 375 H policristalino 75w		75	1204	535	7,7	4,8	550
BP 380 U policristalino 80w		80	1204	535	7,7	4,8	564
BP 3125 U policristalino 125w		125	1210	674	12	7,54	876
BP 3125 S policristalino 125w		125	1210	674	12	7,54	892
CONERGY C-123 P policristalino 125w		125	1499	662	14	8,12	805
CONERGY C-160 P policristalino 160w		160	1318	994	16	8,04	1041
solon-p-130-6-plus policristalino 135w		135	1500	680	17	8,1	1005
solon-p-130-6-plus policristalino 130w		130	1500	680	17	8,05	695
solon-p-130-6-plus policristalino 125w		125	1500	680	17	7,95	685
solon-p-130-6-plus policristalino 120w		120	1500	680	17	7,85	675
Sunways-SM170U-de multicristalino SM170UA13 175w		175	2000	680	20	8,33	975
Sunways-SM170U-de multicristalino SM170UA12 170w		170	2000	680	20	8,28	960
Sunways-SM170U-de multicristalino SM170UA11 165w		165	2000	680	20	8,24	930
Sunways-SM170U-de multicristalino SM170UA10 160w		160	2000	680	20	8,2	915
Isofoton I-755/12 monocristalino 75w		75	1224	545	9	4,67	600
WÜRTH SOLAR CIS 75WP 24V 75W		75	1205	605	12,7	2,36	647,81
Saturno BP-7170S monocristalino 24V 170w		170	1593	790	15,4	5,2	1304
Saturno BP-7175S monocristalino 24V 175w		175	1593	790	15,4	5,2	1304
BP 3150S policristalino 24V 150w		150	1587	790	15	4,75	1056
BP 3160S policristalino 24V 160w		160	1587	790	15	4,8	1124
Conergy A-165P policristalino 24V 165w		165	1287	1082	18	5,1	965
Conergy C-175M policristalino 24V 175w		175	1575	826	17	5,55	1188
SHELL SOLAR SM100-24C monocristalino 24V 100W		100	1316	660	11,5	3,25	704,15
SHELL SOLAR SQ140C monocristalino 24V 140W		140	1622	814	17,2	4,7	974,07
SHELL SOLAR SQ150C monocristalino 24V 150W		150	1622	814	17,2	4,8	1051,5
SHELL SOLAR SQ160C monocristalino 24V 160W		160	1622	814	17,2	4,9	1150,1
Kyocera KC175 GHT2 multicristalino 24V 175W		175	1290	990	16	8,03	948



Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

Pulsando la celda denominada “**Datos de irradiación**” se obtiene información de todo los datos de irradiación utilizados en función del mes y de la inclinación de los paneles solares. Y si se dispone de conexión a Internet pulsando en el hipervínculo que aparece al principio del apartado se abrirá la página Web correspondiente, de donde han sido extraídos los datos.

Datos de radiación global incidente										
PYGIS Solar Irradiance Data http://sunbird.jrc.it/pygis/apps/radday.php?lang=es&map=africa  EUROPEAN COMMISSION DIRECTORATE-GENERAL Joint Research Centre										
Localización: 37°36'34" Norte, 0°59'15" Oeste, Elevation: 11 metros sobre nivel del mar. El ángulo de inclinación óptimo es: 34 grados Déficit anual de radiación debido al efecto sombra (horizontal): 0.1%										
<div> <div>0</div> <div>10</div> <div>15</div> <div>20</div> <div>25</div> <div>30</div> <div>40</div> </div>										
Mes	Irradiación diaria con inclinación (Wh/m2)									
	0 grados	10 grados	15 grados	20 grados	25 grados	30 grados	40 grados	60 grados	90 grados	Ángulo ópt
Ene	2453	2993	3263	3487,5	3712	3893,111	4208	4122,4	3994	4038
Feb	3227	3726,333	3976	4170	4364	4507,889	4743	4451	4013	4623
Mar	4522	4939,333	5148	5285	5422	5498,111	5589	4933,8	3951	5559
Abr	5427	5636,333	5741	5768,5	5796	5762,111	5634	4626	3114	5735
May	6472	6512	6532	6467	6402	6271,444	5947	4600,2	2580	6167
Jun	6999	6941,667	6913	6797,5	6682	6498,667	6068	4558,4	2294	6352
Jul	7060	7051,333	7047	6949,5	6852	6684,222	6280	4756,4	2471	6550
Ago	6151	6316,333	6399	6394	6389	6315,111	6100	4870,4	3026	6256
Sep	5028	5396	5580	5686	5792	5832	5847	5017,4	3773	5864
Oct	3768	4266,667	4516	4702,5	4889	5019,556	5222	4799,6	4166	5124
Nov	2490	2956,667	3190	3379,5	3569	3717,333	3972	3829,2	3615	3836
Dic	2178	2704	2967	3188,5	3410	3591,111	3911	3878,6	3830	3736
Año	4656	4960,667	5113	5196	5279	5304	5297	4538,2	3400	5324

Pulsando la celda denominada “**Ángulo óptimo**” se obtiene información de la mejor orientación de los paneles fotovoltaicos en función de la época del año.

Ángulo óptimo para cada mes del año													
<div> <div>0</div> <div>10</div> <div>15</div> <div>20</div> <div>25</div> <div>30</div> <div>34</div> <div>40</div> <div>60</div> <div>90</div> </div>													
Irradiación diaria con inclinación (KWh/m2)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
0	2,453	3,227	4,522	5,427	6,472	6,999	7,06	6,151	5,028	3,768	2,49	2,178	4,656
10	2,993	3,726	4,939	5,636	6,512	6,942	7,051	6,316	5,396	4,267	2,957	2,704	4,961
15	3,263	3,976	5,148	5,741	6,532	6,913	7,047	6,399	5,58	4,516	3,19	2,967	5,113
20	3,488	4,170	5,285	5,769	6,467	6,798	6,950	6,394	5,686	4,703	3,380	3,189	5,196
25	3,712	4,364	5,422	5,796	6,402	6,682	6,852	6,389	5,792	4,889	3,569	3,41	5,279
30	3,893	4,508	5,498	5,762	6,271	6,499	6,684	6,315	5,832	5,020	3,717	3,591	5,304
34	4,038	4,623	5,559	5,735	6,167	6,352	6,55	6,256	5,864	5,124	3,836	3,736	5,324
40	4,208	4,743	5,589	5,634	5,947	6,068	6,28	6,1	5,847	5,222	3,972	3,911	5,297
60	4,122	4,451	4,934	4,626	4,600	4,558	4,756	4,870	5,017	4,800	3,829	3,879	4,538
90	3,994	4,013	3,951	3,114	2,58	2,294	2,471	3,026	3,773	4,166	3,615	3,83	3,4



EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

6. Comprobación de los paneles fotovoltaicos

En el apartado número 6 denominado “**Comprobación de los paneles fotovoltaicos**” simplemente aparecen los cálculos de un factor que indica si los paneles elegidos cumplirán con las necesidades energéticas.

ÍNDICE **6-Comprobación de los paneles fotovoltaicos**

Como comprobación del funcionamiento adecuado de los paneles propuestos, calcularemos el factor de utilización o cobertura solar del mes i (F_i) de la instalación.
Este factor es la relación entre la energía fotovoltaica disponible y la consumida

$F_i = \text{Energía disponible} / \text{Energía consumida}$

$F_i = NP \cdot 0,9 \cdot V_p \cdot HPS_i / E$

Factor de cobertura solar F

Mes	F
Ene	1,210201
Feb	1,401309
Mar	1,709127
Abr	1,791193
May	1,949523
Jun	2,020157
Jul	2,077838
Ago	1,963097
Sep	1,812919
Oct	1,560365
Nov	1,15556
Dic	1,116323
media	1,163262

Luego podemos comprobar que cumplimos plenamente con la demanda energética necesaria, logrando un factor de cobertura medio anual adecuado

7. Cálculo del regulador de carga

En el apartado número 7 denominado “**Cálculo del regulador de carga**” aparecen los cálculos necesarios para la elección del regulador más adecuado.

Se procederá de la siguiente forma: se elegirá del menú desplegable denominado “**Tipo de regulador**”, el regulador cuya intensidad este por encima del valor máximo de intensidad que nos aparece en la celda inferior izquierda de la tabla central de este apartado.

Si el valor de la intensidad de cortocircuito resultante fuera superior al máximo valor de la intensidad que puede soportar un solo regulador, el programa proporciona el valor del número de reguladores que se deben instalar en paralelo para poder soportar esta intensidad.



EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

Al igual que en apartados anteriores se pueden introducir los datos de un regulador que no este en la lista, rellenando las celdas adecuadas del recuadro situado al final del apartado, y una vez hecho esto, eligiendo la opción “**LIBRE**” del menú desplegable “**Tipo de regulador**”.

INDICE **7.Cálculo del regulador de carga**

Una vez definido el generador fotovoltaico, debemos calcular el regulador de carga necesario, Para ello simplemente multiplicaremos la intensidad de cortocircuito de cada panel, obtenida del catálogo, por el número de paneles en paralelo necesarios. Ese producto será la máxima intensidad nominal a la que trabajará el regulador $I_{max}(A)$

$$I = I_{sc} \cdot NP$$

Mes	NP	Isc(A)	I(A)
Ene	2	4,8	9,6
Feb	2	4,8	9,6
Mar	2	4,8	9,6
Abr	2	4,8	9,6
May	2	4,8	9,6
Jun	1	4,8	4,8
Jul	1	4,8	4,8
Ago	2	4,8	9,6
Sep	2	4,8	9,6
Oct	2	4,8	9,6
Nov	2	4,8	9,6
Dic	2	4,8	9,6

A partir de este dato elegiremos el regulador

BP-Solar GCR-1200 12/24V 12A

Tipo de regulador

12

Intensidad A

Número de reguladores en paralelo	
calculado	real
0,8	1

59 €

Precio por unidad

1

Número de unidades

59 €

Precio total

Reguladores

*Si deseamos introducir los datos de un regulador que no está en la lista completaremos el siguiente cuadro, Posteriormente elegiremos de la lista de reguladores la opción **LIBRE***

0	Intensidad A
0	Precio €

Si se pulsa la celda denominada “**Reguladores**” aparecen los datos de los reguladores utilizados.



Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

Reguladores			
cálculos			
Producto	Intensidad	Descripción	PVP I
LIBRE	0		0
BP-Solar GCR-800 12/24V 8A	8	8 A, 12/24 Vcc, IP22	53
BP-Solar GCR-1200 12/24V 12A	12	12 A, 12/24 Vcc, IP22	59
BP-Solar GCR-2000 12/24V 20A	20	20 A, 12/24 Vcc, IP22	79
BP-Solar GCR-3000 12/24V 30A	30	30 A, 12/24 Vcc, IP22	95
SOLSUM 6.6 12/24V 6,6 A	6,6	6.6 A, 12/24 Vcc	40
SOLSUM 8.8 12/24V 8,8A	8,8	8.8 A, 12/24 Vcc	55
CGR Alpha 12/24 Vcc 8 A	8	8 A, 12/24 Vcc, IP22	69
PR1010 12/24 Vcc 10 A	10	10 A, 12/24 Vcc, IP22, Pantalla LCD	103
Gamma 12/24 Vcc 12 A	12	12 A, 12/24 Vcc, IP22	79
PR1515 12/24 Vcc 15 A	15	15 A, 12/24 Vcc, IP22 Pantalla LCD	120
Sigma 12/24 Vcc 20 A	20	20 A, 12/24 Vcc, IP22	96
PR2020 12/24 Vcc 20 A	20	, IP22 Pantalla LCD	139
Omega 12/24 Vcc 30 A	30	30 A, 12/24 Vcc, IP22	122
PR3030 12/24 Vcc 30 A	30	, IP22 Pantalla LCD	166
TAROM 235 12/24 Vcc 35 A	35	35 A, 12/24 Vcc, IP22 Pantalla LCD	243
TAROM 245 12/24 Vcc 45 A	45	45 A, 12/24 Vcc, IP22 Pantalla LCD	276
TAROM 430 48 Vcc 30 A	30	30 A, 48 Vcc, IP22 Pantalla LCD	318
SANTREX C-12 12 V, 12 A	12	Regulador 12 V, 12 A	148
SANTREX C-35 12/24 V, 35 A	35	Regulador 12/24 V, 35 A	160
SANTREX C-40 12/24/48 V, 40 A	40	Regulador 12/24/48 V, 40 A	201
SANTREX C-60 12/24 V, 60 A	60	Regulador 12/24 V, 60 A	268
PHOCOS CML 05 12/24 V 5 A	5	5 A 12/24 V	47
PHOCOS CML 10 12/24 V 10 A	10	10 A 12/24 V	71
PHOCOS CML 15 12/24 V 15 A	15	15 A 12/24 v	90
PHOCOS CML 20 12/24 V 20 A	20	20 A 12/24 V	110
PHOCOS CR 10 12/24 V 10 A	10	10 A 12/24 V pantalla LCD	133
PHOCOS CR 20 12/24 V 20 A	20	20 A 12/24 V pantalla LCD	163
PHOCOS PL 20 12/24/32/36/48V 20A	20	Phocos PL20. 20A 12/24/32/36/48V	394
PHOCOS PL 40 12/24/32/36/48V 40A	40	Phocos PL40. 40A 12/24/32/36/48V	499
PHOCOS PL 60 12/24/32/36/48V 60A	60	Phocos PL60. 60A 12/24/32/36/48V	781



EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

8. Cálculos de las secciones de cableado

En el apartado número 8 denominado “**Cálculos de las secciones de cableado**” se podrá estimar un cálculo de las secciones de los conductores necesarios para comunicar los diferentes elementos de instalación, pudiendo elegir la longitud y la caída de tensión en cada caso.

ÍNDICE		8-Cálculos de las secciones de cableado			
$S=2 \cdot P \cdot L \cdot \gamma \cdot e \cdot U$					
S=	Sección en mm ²	L1=	6 metros		
P=	Potencia en W	L2=	2 metros		
L=	Longitud en m	L3=	4 metros		
γ =	Conductividad en m/ Ω mm ²	e1=	3 %		
e=	Caída de tensión V	e2=	1 %		
U=	Tensión en la línea V	e3=	3 %		
L1= Longitud entre el generador y el regulador					
L2= Longitud entre el regulador y la batería					
L3= Longitud entre el regulador y la carga					
S1= Sección entre el generador y el regulador					
S2= Sección entre el regulador y la batería					
S3= Sección entre el regulador y la carga					
e1= Caída de tensión entre el generador y el regulador					
e2= Caída de tensión entre el regulador y la batería					
e3= Caída de tensión entre el regulador y la carga					
conductores					
mm ²	Calculad	Comercial	Precio metro	metros	Precio parcial I
S1	7,936508	10 mm ²	1,02	12	12,24
S2	7,936508	10 mm ²	1,02	4	4,08
S3	1,190476	1,5 mm ²	0,3	8	2,4

Si se pulsa la celda denominada “**conductores**” aparecen los datos de los conductores utilizados



Estudio e implantación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

Conductores

calculos

Energía Solar Fotovoltaica. Cables y Multi-contact
TARIFA DE PRECIOS.

Artículo		€/m
Manguera flexible cilíndrica. RV-K 0,6/ 1kW.	seccion	PVP con iva
Manguera RV-K conductores 1 sección 1,5mm ²	1,5	0,3
Manguera RV-K conductores 1 sección 2,5mm ²	2,5	0,39
Manguera RV-K conductores 1 sección 4,1mm ²	4	0,51
Manguera RV-K conductores 1 sección 6,1mm ²	6	0,62
Manguera RV-K conductores 1 sección 10,1mm ²	10	1,02
Manguera RV-K conductores 1 sección 16,1mm ²	16	1,5
Manguera RV-K conductores 1 sección 25,1mm ²	25	2,27
Manguera RV-K conductores 1 sección 35,1mm ²	35	3,36
Manguera RV-K conductores 1 sección 50,1mm ²	50	4,48
Manguera RV-K conductores 1 sección 70,1mm ²	70	6,25
Manguera RV-K conductores 1 sección 95,1mm ²	95	8,07
Manguera RV-K conductores 1 sección 120,1mm ²	120	10,31
Manguera RV-K conductores 1 sección 150,1mm ²	150	12,73
Manguera RV-K conductores 1 sección 185,1mm ²	185	15,91
Manguera RV-K conductores 1 sección 240mm ²	240	19,43



EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

9. Presupuesto

El apartado numero 9 denominado “**Presupuesto**” simplemente es una estimación de algunos costes parciales de la instalación que derivan de las elecciones efectuadas a lo largo del programa, y que además aparecen representados en un grafico, que nos muestra una estimación porcentual de los costes de cada faceta del proyecto.

INDICE 9-Presupuesto		Número unidades	Precio unidad €	Precio parcial €
PRODUCTO	TIPO			
Panel fotovoltaico	BP 380 U policristalino 80W	2	564	1128
Batería	Energy 12V 250	1	329	329
Regulador	BP-Solar GCR-1200 12/24V 12A	1	59	59
Iluminación				
	Luminaria estanca 12V 1X36W	1	80,1	80,1
	Fluorescentes 36w	1	5,84	5,84
Conductor		metros		
S1	Manguera RV-K conductores 1 sección 10,1mm2	12	1,02	12,24
S2	Manguera RV-K conductores 1 sección 10,1mm2	4	1,02	4,08
S3	Manguera RV-K conductores 1 sección 1,5mm2	8	0,3	2,4
TOTAL €				1620,66

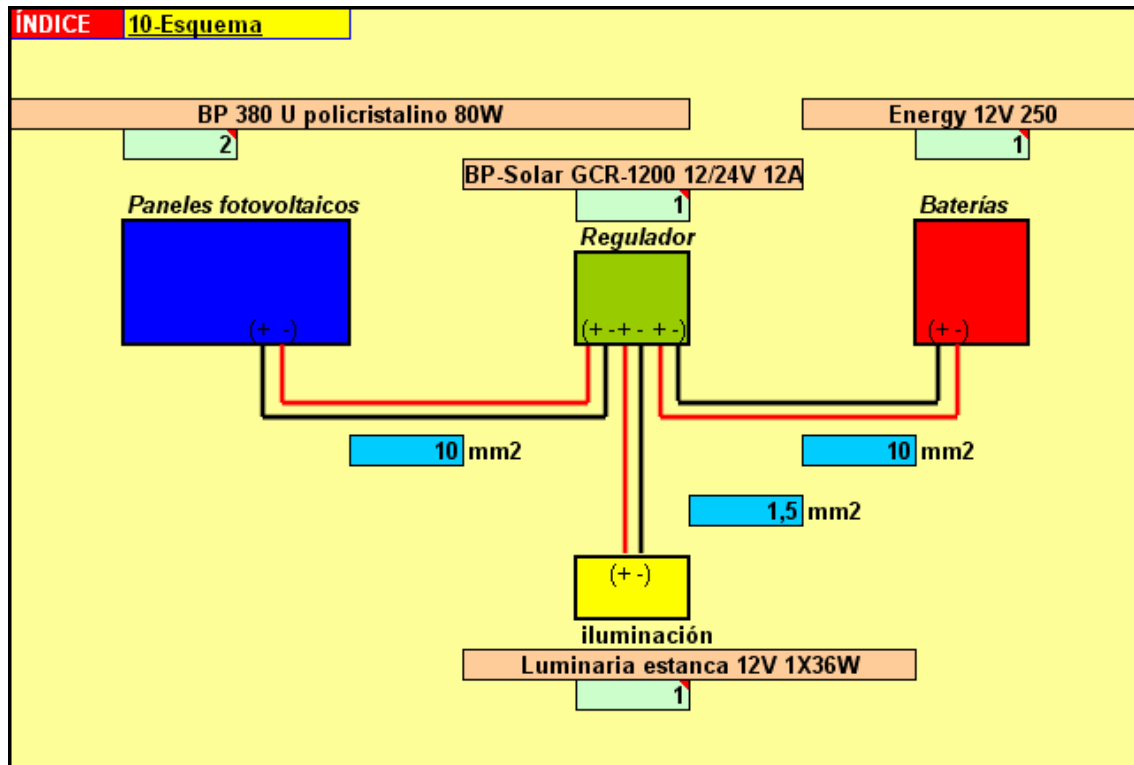




EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

10. Esquema

En el apartado número 10 denominado “**Esquema**” aparece un esquema donde se refleja el tipo, el número y la disposición de los elementos elegidos y calculados.





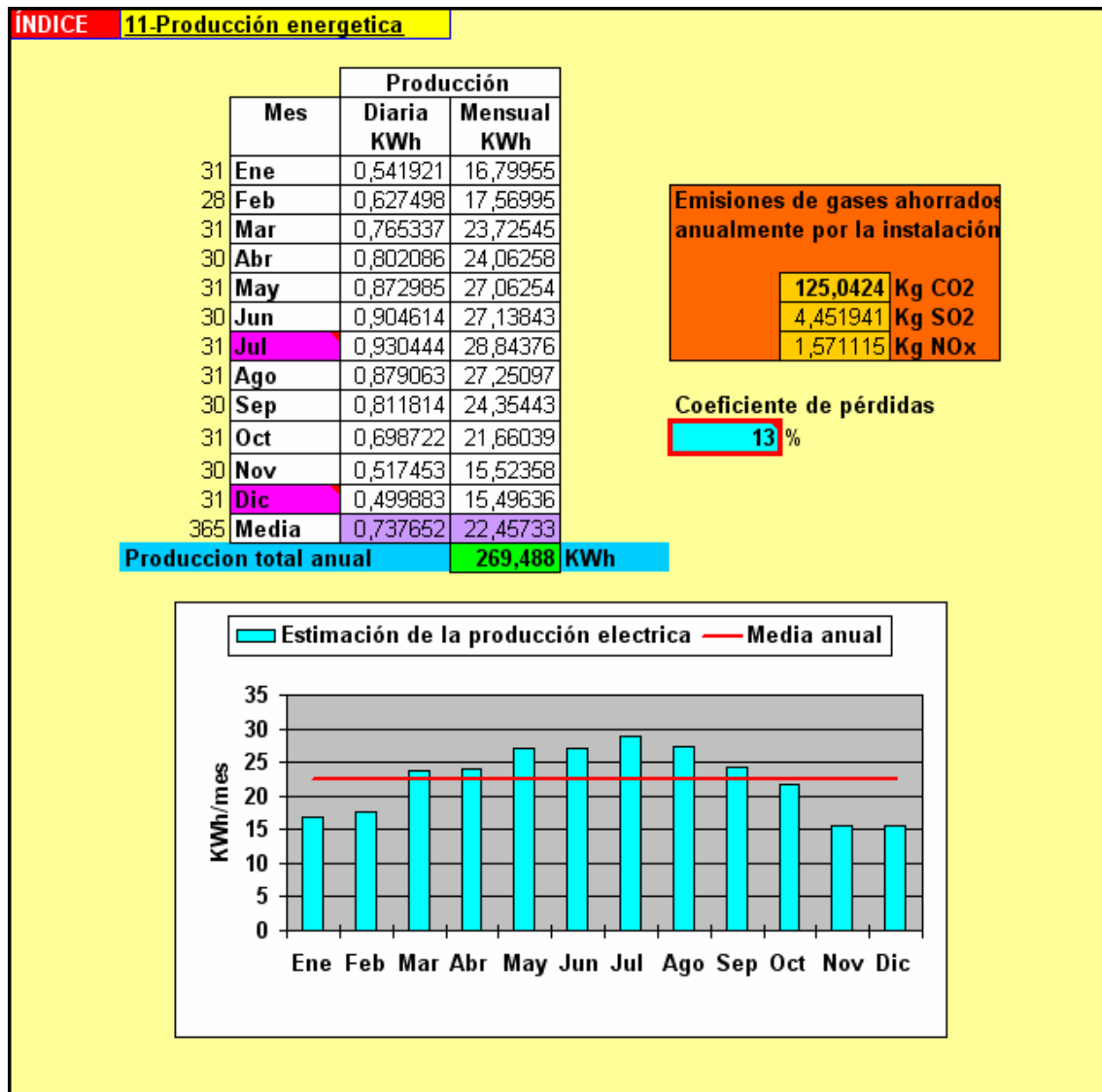
EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

11. Producción energética

En el apartado número 11 denominado “**Producción energética**” aparece desglosada la producción energética de la instalación fotovoltaica tanto mensual como anual, y además estos datos aparecen representados en un diagrama de barras que resulta muy aclaratorio.

También se obtiene el ahorro de emisiones que evitará la instalación en función de la producción energética.

En este apartado el único dato que se puede modificar es el valor del porcentaje de pérdidas que puede presentar la instalación, como pueden ser pérdidas por nubosidad o reflexión.





EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

12. Préstamo

En el apartado número 12 denominado “**Préstamo**” hace referencia a los préstamos que el **IDAE** concede a las instalaciones de energías renovables. Y calcula según ciertos parámetros la cuantía del préstamo.

Si se observa el final del apartado aparecen dos celdas enmarcadas en un recuadro rojo. En la primera se puede escribir cualquier valor para dejar abierta la opción de calcular el préstamo que se desee.

El segundo recuadro representa el valor del **EURIBOR** que puede ser modificado según convenga.

También se puede ver una celda recuadrada en azul, que contiene un menú desplegable para permitir elegir el valor que da el programa por defecto, o el valor que se haya elegido.

ÍNDICE **12-Préstamos IDAE**

¿Qué tipo de inversiones se financian?
Activos nuevos en instalaciones y equipos, de la siguiente tipología:
Solar fotovoltaica aislada
Sistema de generación eléctrica que transforma la energía de la radiación solar mediante paneles fotovoltaicos en energía eléctrica para su consumo aislado de la red de distribución. En caso de contar el sistema con acumulación eléctrica, ésta debe satisfacer la demanda de la carga al menos durante 72 horas. Formarán parte de las partidas elegibles: el coste de los equipos e instalaciones, captadores fotovoltaicos, acumuladores, reguladores, convertidores, tendidos y conexiones, así como obra civil asociada (siempre que no se supere el 20% de la inversión elegible), puesta en marcha, dirección e ingeniería del proyecto, documentación técnica, manuales de uso y operación, tramitación de permisos y ayudas. Los principales peticionarios pueden ser: los titulares, particulares o empresas, de las siguientes aplicaciones: electrificación doméstica, refugios, turismo rural, aplicaciones agrícolas y ganaderas, bombeo de agua, sistemas de riego, iluminación de invernaderos, etc.

¿Qué importe se financia?
Hasta el 100% de los costes de referencia del proyecto, con un máximo de 1,5 M€ (IVA no incluido).

TABLA PRECIOS LÍNEA PRÉSTAMOS IDAE

TIPOLOGÍA 1: SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA	PRECIO (euro/wp)
Con acumulación y autonomía acumulador < 72 horas	13
Con acumulación y autonomía acumulador >= 72 horas	8,5
Sin acumulación	8,5

Potencia pico para los costes de referencia

Número Paneles	Potencia Paneles	Potencia Total	Precio €/Wp	Precio Total I
2	80	160	13	2080
				0

¿En cuánto tiempo se amortiza?
11 años (1 de carencia y 10 años de amortización).

¿A qué tipo de interés?
Euribor + 0,30%, con una comisión de apertura del 0,30%.

Euribor= 4,523 %
Euribor+0,30% = 4,823 %

2080 €

Préstamo



EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

Si pulsamos la celda en fondo verde denominada “**Préstamo**” aparecerá una nueva página donde se observarán los parámetros de cálculo del préstamo. Como se puede apreciar se puede modificar:

- El número de pagos anuales
- El periodo de carencia (Es el periodo de tiempo en el cual solo se paga intereses)
- El periodo de amortización (Es el tiempo en el que se debe satisfacer el pago del total del préstamo)
- La fecha del primer pago

Préstamo Francés con Plazo de Carencia			
Préstamo	2.080	VA	
Tipo Anual	4,823%	i	
Pagos anuales	12	q	
Periodo de carencia	1	i	
Periodo de Amortiz	10	n	
Fecha del primer pago	01-ene-07		

[Cálculos](#)

Periodo de Carencia		
Pago	Fecha	Pago intereses P'
1	01-ene-07	8
2	01-feb-07	8
3	01-mar-07	8
4	01-abr-07	8
5	01-may-07	8
6	01-jun-07	8
7	01-jul-07	8
8	01-ago-07	8
9	01-sep-07	8
10	01-oct-07	8
..

Periodo de Amortización					
Pago	Fecha	C.Inicial	Intereses	C.Amortiz.	C.Pendiente
1	01-dic-07	2.080	8	14	2.066
2	01-ene-08	2.066	8	14	2.053
3	01-feb-08	2.053	8	14	2.039
4	01-mar-08	2.039	8	14	2.026
5	01-abr-08	2.026	8	14	2.012
6	01-may-08	2.012	8	14	1.998
7	01-jun-08	1.998	8	14	1.984
8	01-jul-08	1.984	8	14	1.970
9	01-ago-08	1.970	8	14	1.956
10	01-sep-08	1.956	8	14	1.942
..



EXPLICACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

13. Resumen

En el apartado número 13 denominado “**Resumen**” simplemente nos aparece un resumen de los datos más importantes que se han tenido en cuenta en el cálculo de la instalación.

INDICE		13-Resumen
Tensión de la instalación		12 V
Consumo energético	Teórico	360 Wh
	Real	463,2353 Wh
Capacidad del banco de baterías	Calculada	220,5882 Ah
	Real	250 Ah
Tipo de baterías	Energy 12V 250	
Número de baterías	1	
Horas de autonomía	45,33333 h	
Sección de ventilación	14,7 cm ²	
Tipo de panel	BP 380 U policristalino 80W	
Número de paneles	2	
Tipo de regulador	BP-Solar GCR-1200 12/24V 12A	
Número de reguladores	1	
Precio total de la instalación		1620,66 €

Cartagena, Junio 2010.

Alumno:
Francisco Escámez Fernández.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Departamento de Ingeniería Eléctrica



PROYECTO FINAL DE CARRERA

Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

PLANOS

Titulación: I.T.I. Electricidad.

Alumno: Francisco Escámez Fernández.

Directores: Juan Martínez Tudela.

Juan Álvaro Fuentes Moreno.

Cartagena, Junio 2010.



Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

SITUACION: CARTAGENA

PLANO: Plano de situación de la instalación fotovoltaica.

ESCALA
S/N
FECHA
JUNIO
2010



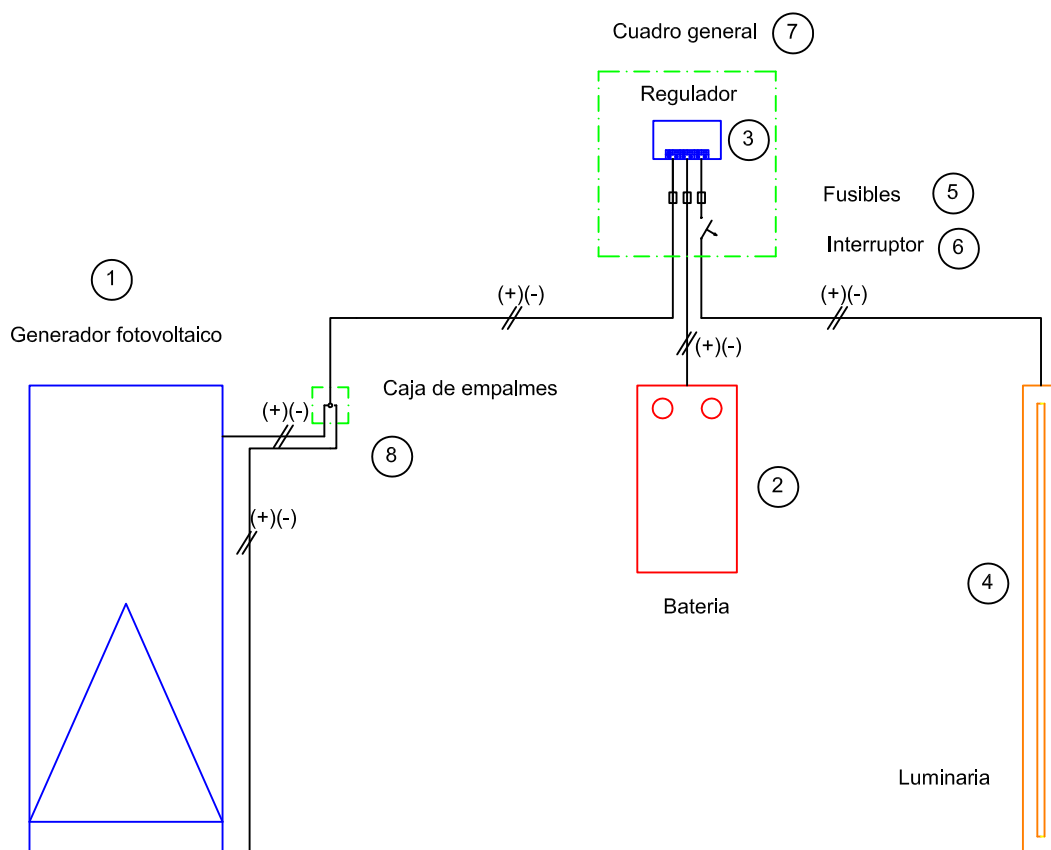
Universidad Politécnica de Cartagena.
Campus Muralla del Mar.
30202 Cartagena (Murcia)
Tfno: 968 325 367
www.upct.es

EL ALUMNO:

FRANCISCO ESCÁMEZ FERNÁNDEZ

PLANO N°

1



- 1)Módulo BP-Solar 380
- 2)Batería Hoppeke Energy 250
- 3) Regulador BP-Solar GCR 1200 12/24V
- 4)Luminaria estaca IP65
- 5)PortaFusible seccionable para fusible Gg Omega
- 6)Interrutor SB 1Polo 25A
- 7)Caja estanca IP65 Orion plus
- 8)Caja de empalmes estanca

Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA

SITUACION: CARTAGENA

PLANO: Esquema unifilar de la instalación fotovoltaica.

ESCALA
S/N
FECHA
JUNIO
2010



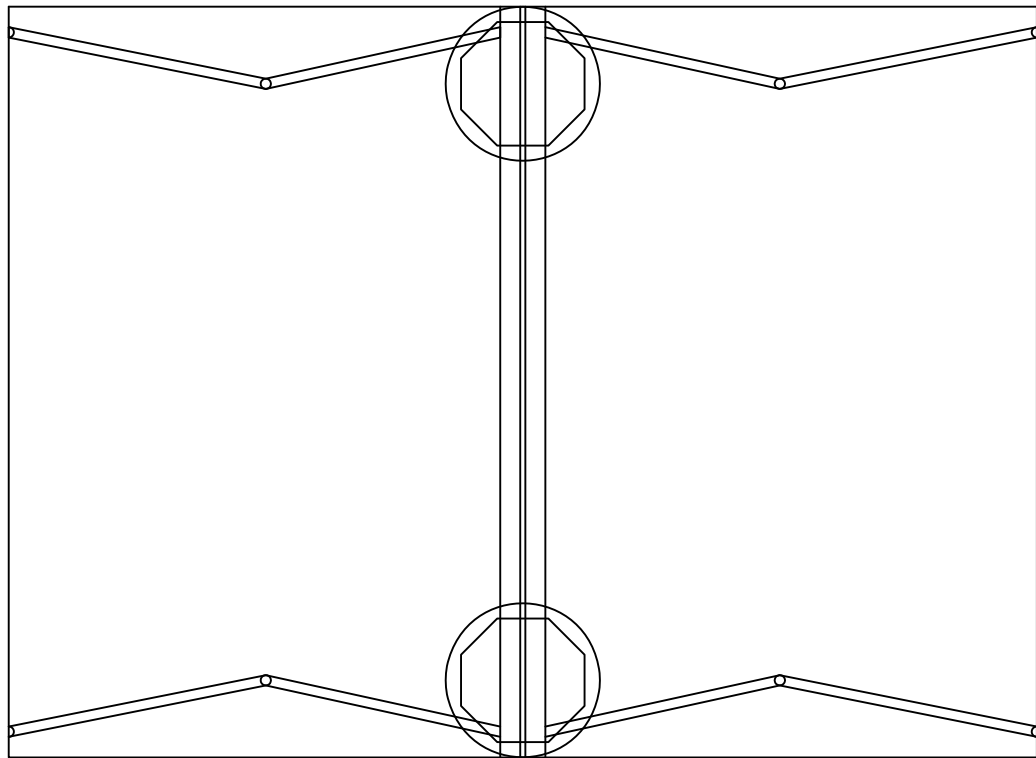
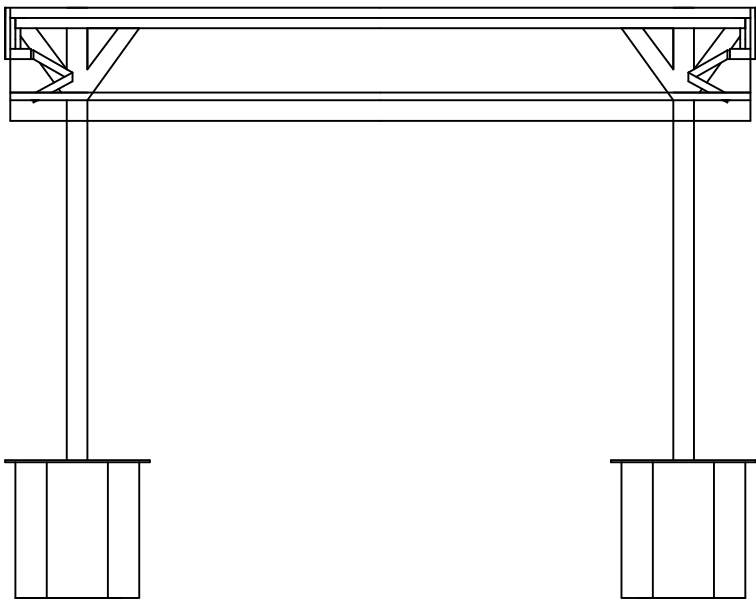
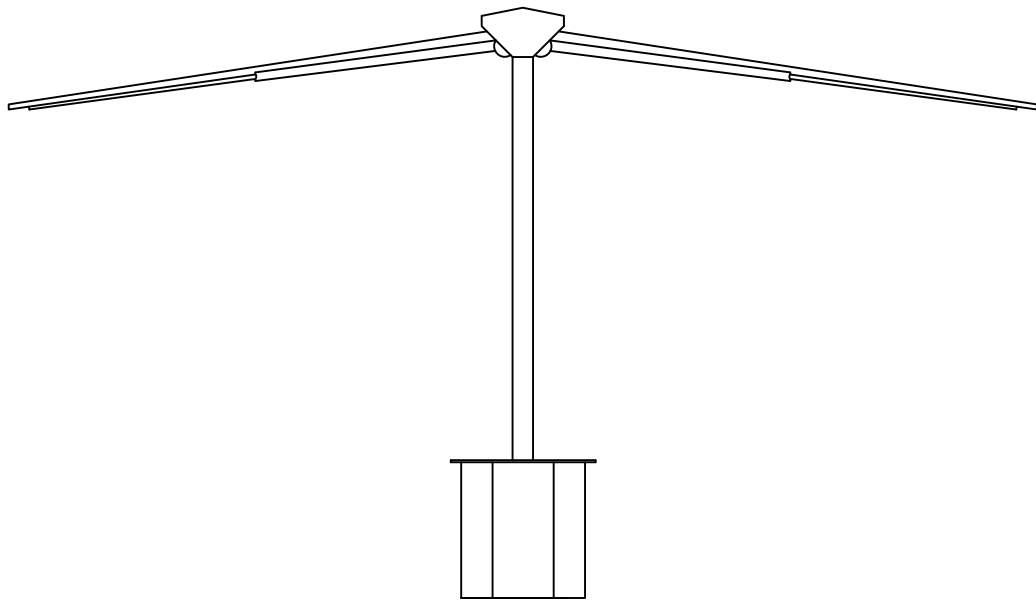
Universidad Politécnica de Cartagena.
Campus Muralla del Mar.
30202 Cartagena (Murcia)
Tfno: 968 325 367
www.upct.es

EL ALUMNO:

FRANCISCO ESCÁMEZ FERNÁNDEZ

PLANO N°

2



Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza,
mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA

SITUACION: CARTAGENA

PLANO: Plano vistas del toldo

ESCALA
S/N
FECHA
JUNIO
2010



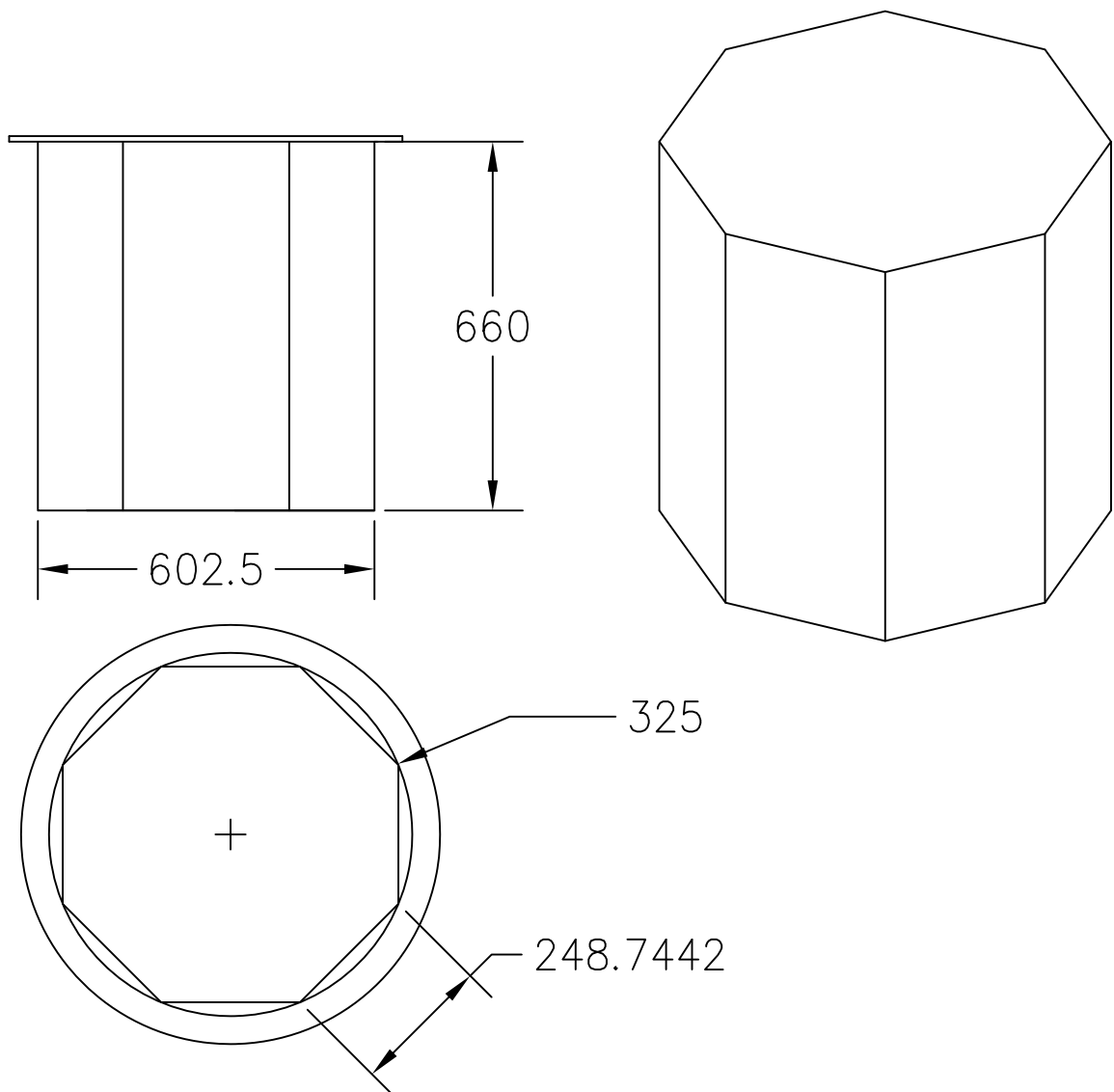
Universidad Politécnica de Cartagena.
Campus Muralla del Mar.
30202 Cartagena (Murcia)
Tfno: 968 325 367
www.upct.es

EL ALUMNO:

FRANCISCO ESCÁMEZ FERNÁNDEZ

PLANO N°

3



NOTA: Todas la medidas estan expresadas en mm.

Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA

SITUACION: CARTAGENA

PLANO: Detalle de alojamiento de baterías.

ESCALA
S/N
FECHA
JUNIO
2010



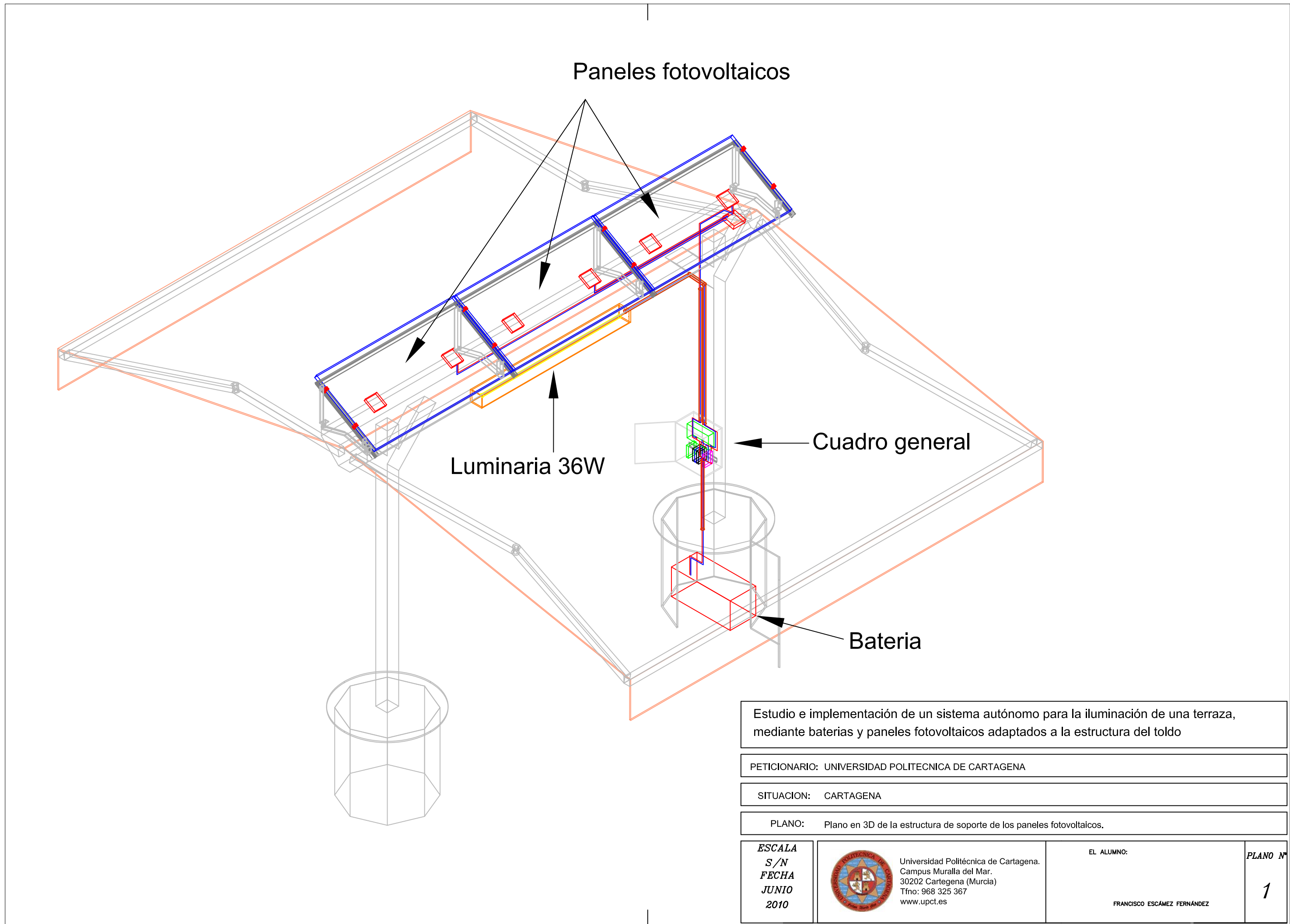
Universidad Politécnica de Cartagena.
Campus Muralla del Mar.
30202 Cartagena (Murcia)
Tfno: 968 325 367
www.upct.es

EL ALUMNO:

FRANCISCO ESCÁMEZ FERNÁNDEZ

PLANO N°

4



Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

SITUACION: CARTAGENA

PLANO: Plano en 3D de la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos.

ESCALA
S/N
FECHA
JUNIO
2010



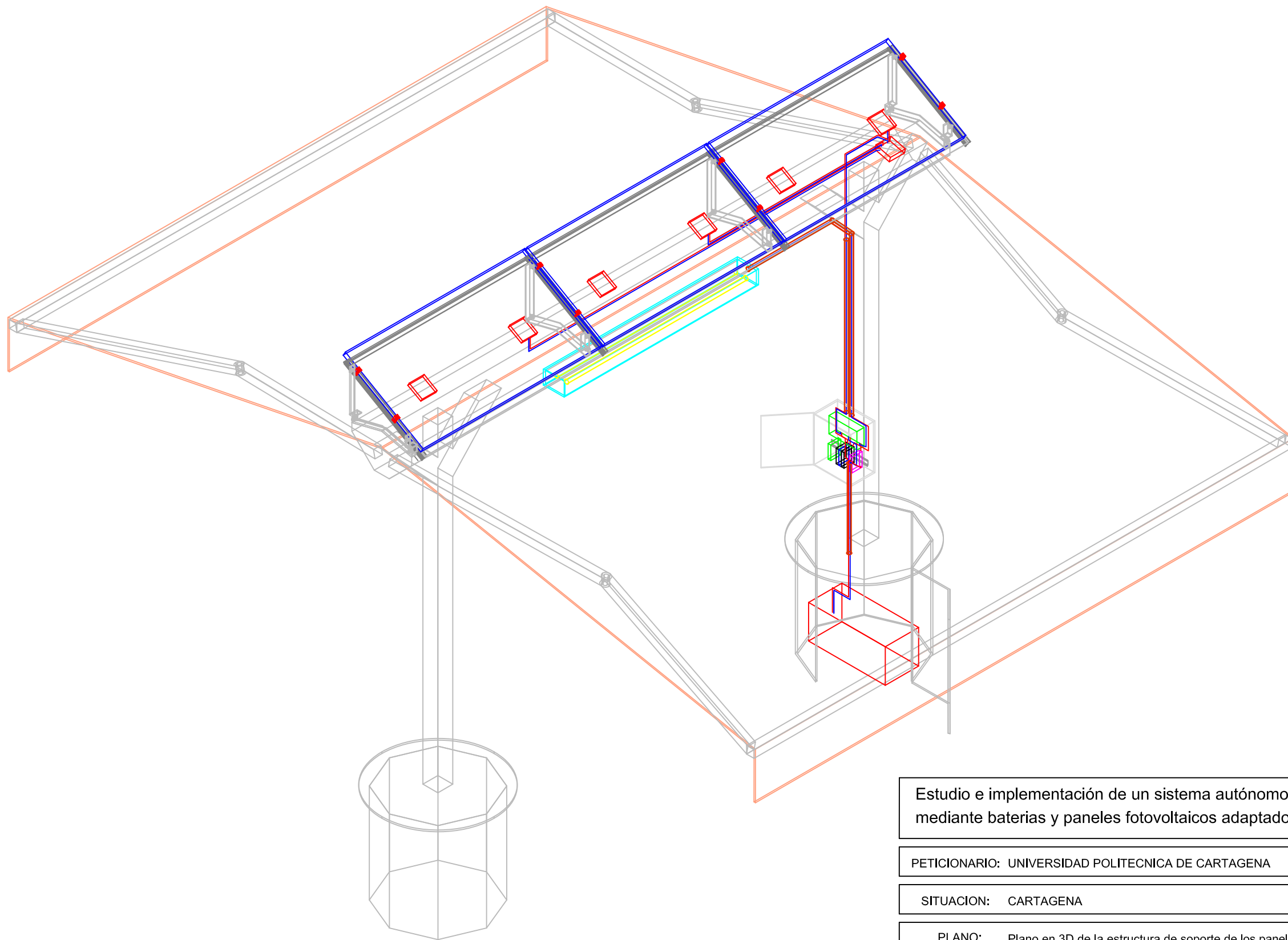
Universidad Politécnica de Cartagena.
Campus Muralla del Mar.
30202 Cartagena (Murcia)
Tfno: 968 325 367
www.upct.es


EL ALUMNO:

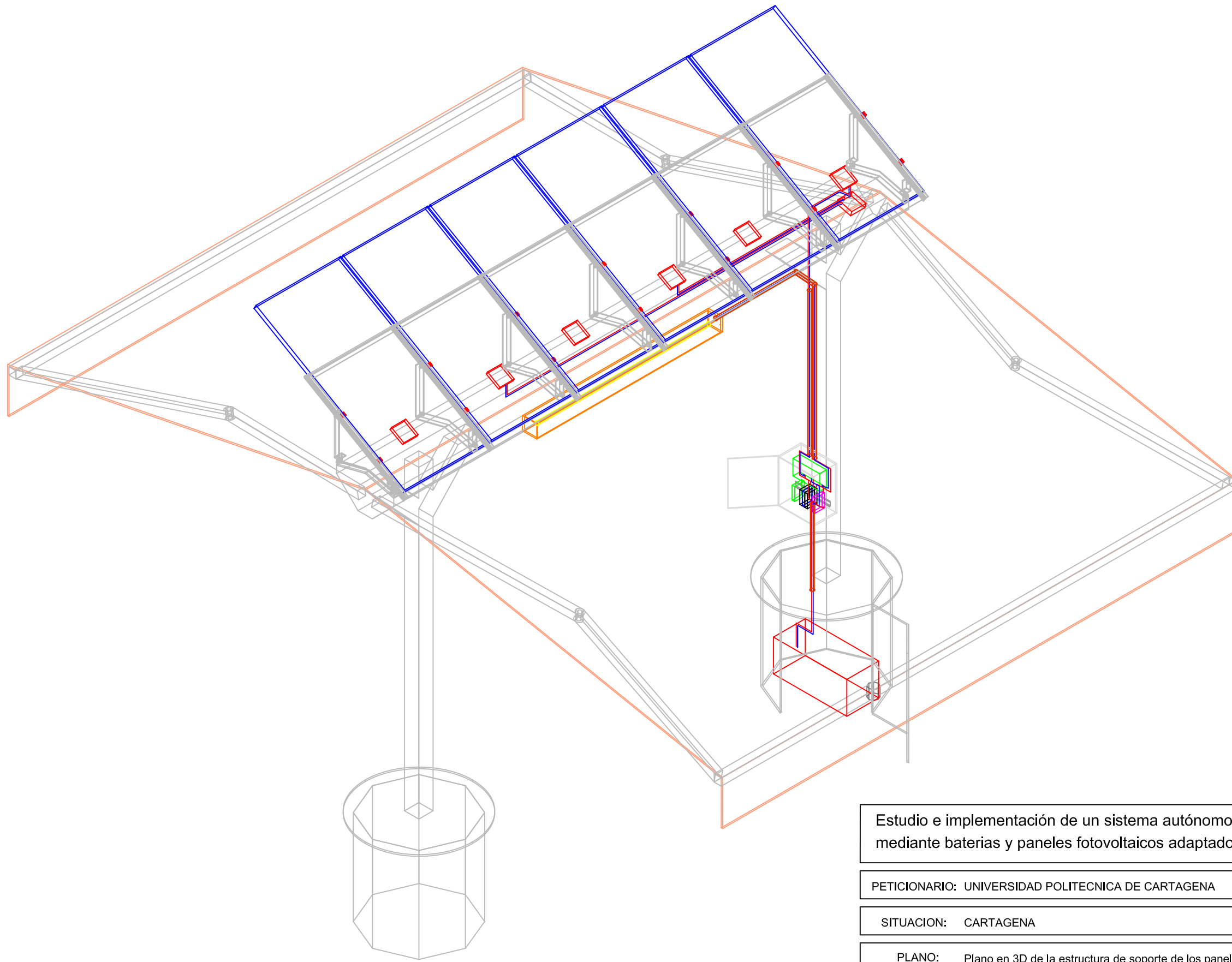
FRANCISCO ESCÁMEZ FERNÁNDEZ

PLANO Nº

1



Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo			
PETICIONARIO: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA			
SITUACION: CARTAGENA			
PLANO: Plano en 3D de la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos.			
ESCALA S/N FECHA JUNIO 2010	 <div>Universidad Politécnica de Cartagena. Campus Muralla del Mar. 30202 Cartagena (Murcia) Tfno: 968 325 367 www.upct.es</div>	EL ALUMNO: FRANCISCO ESCÁMEZ FERNÁNDEZ	PLANO N° 1




Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo

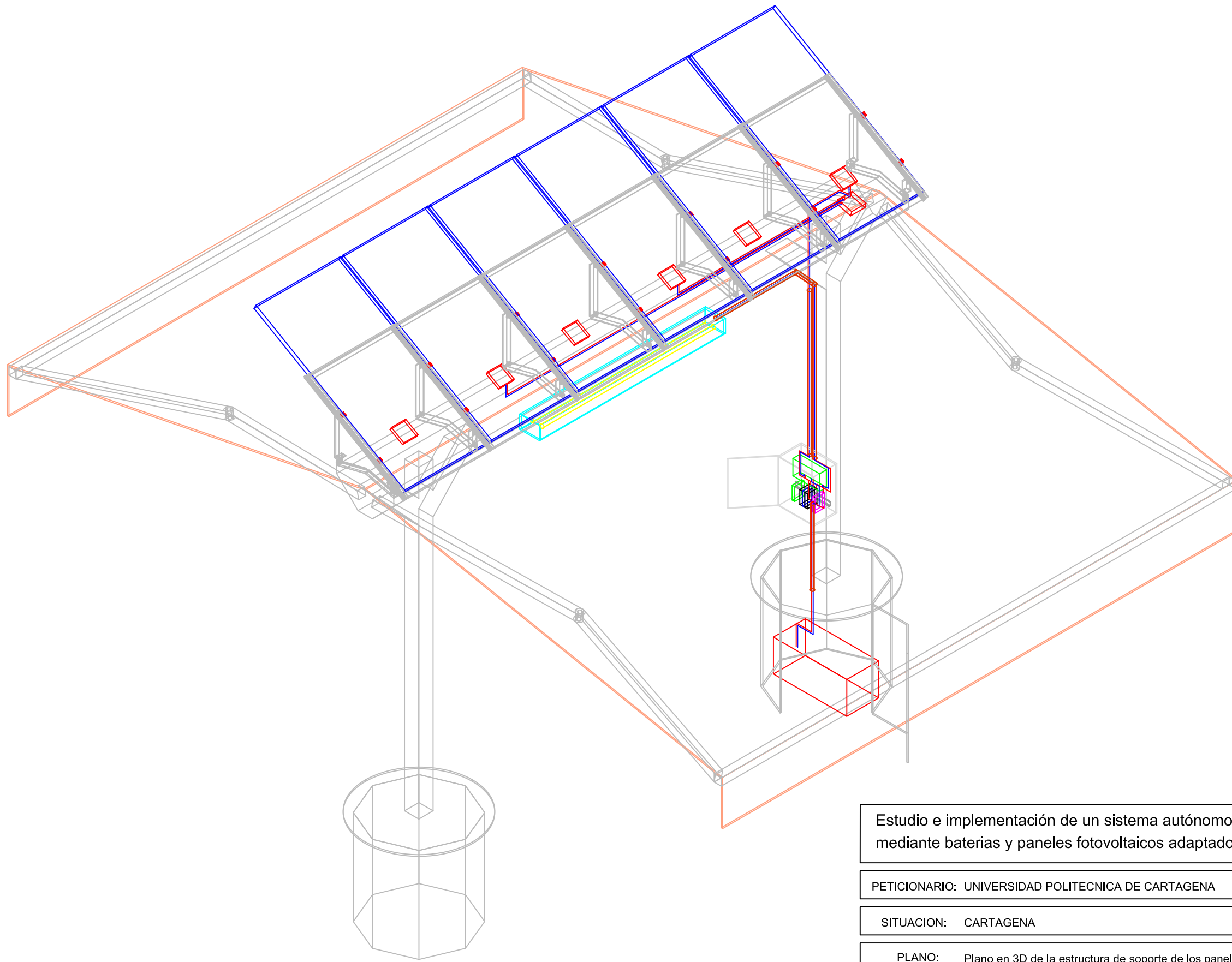
PETICIONARIO: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

SITUACION: CARTAGENA

PLANO: Plano en 3D de la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos.

ESCALA
S/N
FECHA
JUNIO
2010

	Universidad Politécnica de Cartagena. Campus Muralla del Mar. 30202 Cartagena (Murcia) Tfno: 968 325 367 www.upct.es	EL ALUMNO: FRANCISCO ESCÁMEZ FERNÁNDEZ	PLANO N° 1
---	--	---	-------------------




Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA

SITUACION: CARTAGENA

PLANO: Plano en 3D de la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos.

ESCALA
S/N
FECHA
JUNIO
2010

	Universidad Politécnica de Cartagena. Campus Muralla del Mar. 30202 Cartagena (Murcia) Tfno: 968 325 367 www.upct.es	EL ALUMNO:	PLANO N°
		FRANCISCO ESCÁMEZ FERNÁNDEZ	1

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Departamento de Ingeniería Eléctrica



PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ANEXO 1: CATÁLOGO DE COMPONENTES

Titulación: I.T.I. Electricidad.

Alumno: Francisco Escámez Fernández.

Directores: Juan Martínez Tudela.

Juan Álvaro Fuentes Moreno.

Cartagena, Junio 2010.

BATERÍAS HOPPECKE MONOBLOCK

HOPPECKE ha desarrollado una batería especial para energía solar.

Una batería que ha sido pensada para resistir y ofrecer la máxima eficacia en un continuo ciclo de carga (durante la insolación) y descarga (durante la utilización de la energía).

Una batería así trabaja en condiciones mucho más duras que la de arranque de un coche.



Las principales ventajas frente a una batería de arranque son:

- Gran resistencia cíclica, alargando la vida.
- Mejora del rendimiento eléctrico.
- Baja autodescarga.
- Mínimo mantenimiento. Alta resistencia a la descarga profunda.
- Sencillez de carga.

La calidad con que son fabricadas las baterías solares HOPPECKE significa un largo período de vida para la batería y, por consiguiente, un ahorro económico muy importante.

Aplicaciones fotovoltaicas:

- Electrificación de viviendas.
- Bombeo y riego.
- Pastores eléctricos.
- Balizas luminosas
- Radioenlaces

PROPIEDADES

- Baterías estacionarias especialmente diseñadas para instalaciones fotovoltaicas.
- Placas de rejilla especialmente reforzadas y con aislamiento especial para empleo cíclico medio.
- Larga vida en ciclos de carga y descarga.
- Reducido consumo de agua.
- Menor sensibilidad a las sobrecargas imprevistas,
- Reducida autodescarga.
- Recarga mejorada tras largo tiempo en reposo.
- Mayor tensión de descarga mediante conexiones interiores más cortas.
- Menor resistencia interna.
- Material plástico con alta resistencia a impactos.
- Duración útil sin esfuerzo cíclico de unos 7 años.

REF	CÓDIGO	CAPACIDAD (27°C)			DIMENSIONES					
		Ah			Largo	Ancho	Alto	Peso Kg		
					mm	mm	mm	bareria seca	ácido 1.28 kg/l	Total
B000	8 550 5	70	60	50	247	175	190	11,4	4,6	16,0
B003	8 585 5	115	100	85	308	175	220	18,9	6,5	25,4
B004	8 610 5	160	135	110	513	189	223	29,7	10,2	39,9
B005	8 640 5	190	165	140	513	223	223	35,7	12,6	48,3
B006	8 690 5	250	225	190	518	276	242	47,6	16,8	64,4

Módulo Fotovoltaico 80W

BP 380

4017S-3 08/06

El BP 380S es un módulo fotovoltaico avanzado de 80W que utiliza células con una capa antirreflectante de Nitruro de Silicio. Este módulo solar es principalmente utilizado en sistemas conectados a red, como sistemas residenciales o instalaciones en tejados comerciales. El BP 380S ofrece una excelente relación precio/rendimiento debido a su alta fiabilidad. La versión J está diseñada para aplicaciones en sistemas aislados, y puede ser usada con gran versatilidad gracias a su caja de conexiones. La capa trasera es de poliéster blanco y cuenta con 36 células policristalinas conectadas en serie.

Características

Potencia nominal	80W
Tolerancia	+/-5%
Eficiencia (Módulo)	12,6%
Voltaje nominal	12V
Garantía de potencia de salida	90% potencia de salida durante 12 años 80% potencia de salida durante 25 años Libre de defectos en materiales y mano de obra durante 5 años

Configuración

BP 380S	Marco Universal de aluminio anodizado con cables de salida y conectores Multi-Contact.
BP 380J	Marco Universal de aluminio anodizado y caja de conexión tipo J.

Parámetros utilizados en las Pruebas de Calificación

Ciclado repetitivo	200 ciclos entre -40°C y +85°C
Prueba de calor húmedo	1000 horas de exposición a 85°C y 85% de humedad relativa
Carga delantera y trasera (p.e. viento)	2400Pa
Carga delantera (p.e. nieve y viento)	5400Pa
Impacto simulado	Granizo de 25mm, desde 1m de distancia a velocidad de 23m/s

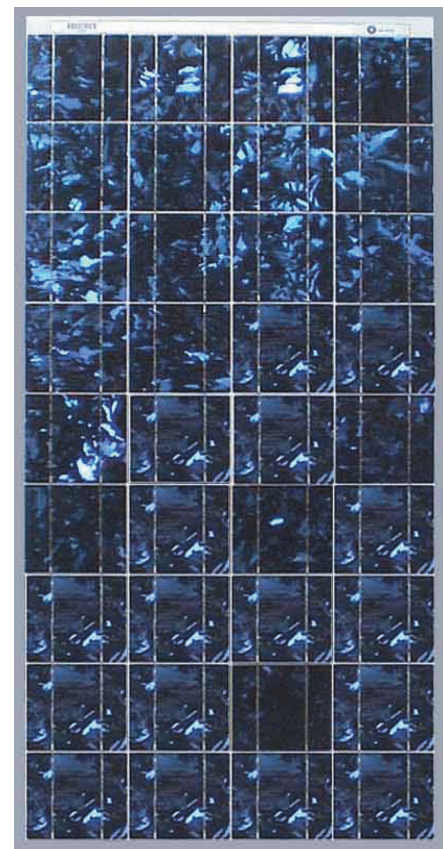
Calidad y Seguridad

- Fabricado en plantas homologadas con ISO 9001 e ISO 14003
- Conformes a las directivas de CE 89/33/EEC, 73/23/EEC, 93/68/EEC
- Certificado según IEC 61215

La medida de la potencia del módulo se lleva a cabo según la "Referencia Radiométrica Mundial" del ESTI (European Solar Test Installation) en Ispra, Italia.

Los módulos del tipo 380S están enmarcados homologados por TÜV Rheinland como equipos Clase II (IEC 60364) para utilización en sistemas con tensión hasta 1000V.

Módulos enmarcados listados por los Laboratorios Underwriter para seguridad eléctrica y contra incendios (Clasificación de incendio Clase C).

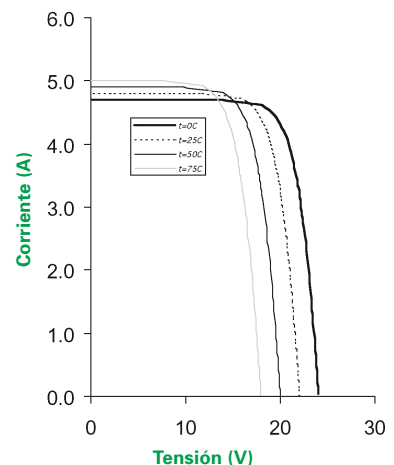


BP 380S escala 1:14

Eficiencia (%)

9-11	11-12	12-13	13-14	14-15
------	-------	-------	-------	-------

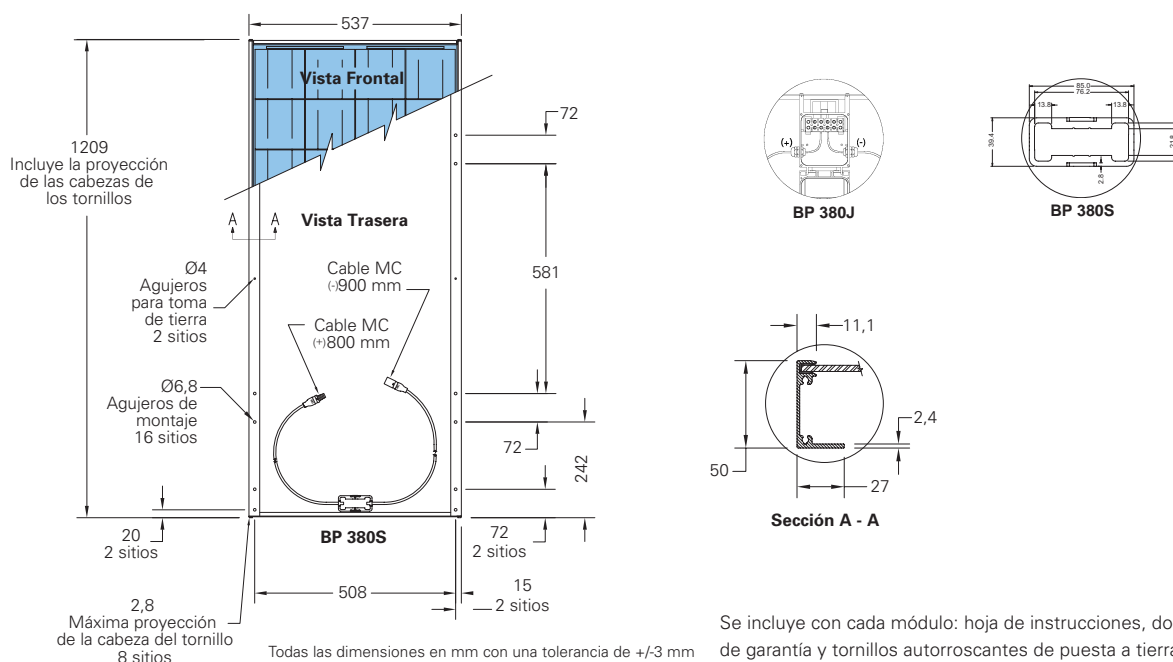
Curvas I-V del BP 380S



Módulo Fotovoltaico 80W BP 380

4017S-3 08/06

Diagrama del módulo



Características eléctricas típicas

BP 380

Potencia nominal (P_{nom})	80W
Tensión en el punto de máxima potencia (V_{mpp})	17,6V
Corriente en el punto de máxima potencia (I_{mpp})	4,6A
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	4,8A
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	22,1V
Coefficiente de temperatura de I_{sc}	$(0,065 \pm 0,015) \% / K$
Coefficiente de temperatura de V_{oc}	$-(80 \pm 10) mV / K$
Coefficiente de temperatura de la P	$-(0,5 \pm 0,05) \% / K$
NOCT (Temperatura ambiente 20°C; Irradiación solar 800W/m ² ; Velocidad del viento 1m/s)	47 \pm 2°C
Máximo valor del fusible en serie	15A
Tensión máxima del sistema (380S)	1000V (Certificado por TÜV Rheinland)
Tensión máxima del sistema (380J)	600V

Valores eléctricos bajo Condiciones de Medida Estandar (STC) a una irradiación de 1000W/m² con una distribución espectral de AM1,5G y una temperatura de célula de 25°C.

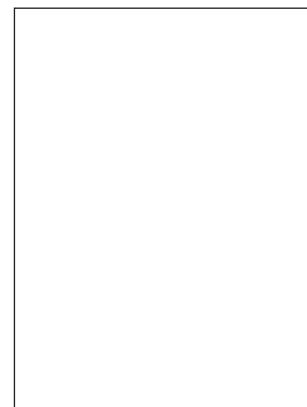
Características mecánicas

BP 380S

BP 380J

Dimensiones (mm) (Tolerancias globales ± 3 mm)	1209 x 537 x 50	1209 x 537 x 50
Peso (kg)	7,7	7,7
Marco	Aleación clara de aluminio anodizado tipo 6063T6. Marco Universal plateado.	
Células solares	36 células (125mm x 125mm) conectadas en serie y configuradas geométricamente en una matriz de 4 x 9.	
Cables de salida (380S)	Cable de doble aislamiento de 3,3mm ² con conectores Multi-Contact. Longitudes de cable asimétricas de 900mm (-) y 800mm (+).	
Caja de conexiones (380J)	Protección IP65 con 6 terminales de tornillo para secciones de cable entre 2,5 y 10 mm ² . Acepta prensaestopas M20 o PG13.5 para diámetros de cable de 6 a 12 mm.	
Diodos	Tecnología IntegraBus™, que incluye diodos Schottky de bypass cada 18 células. Los diodos están integrados en una placa de circuito impreso y encapsulado.	
Construcción	Frontal: cristal templado de 3,2mm de alta transmisibilidad. Posterior: poliéster blanco; encapsulante: EVA.	

Su distribuidor BP Solar



REGULADOR DE CARGA GCR

Para obtener una mayor eficiencia de carga, aumentar la vida de su batería y reducir el mantenimiento, deje el control de su sistema solar al **regulador GCR**.

BP Solar ofrece una gama de reguladores de alta calidad para pequeños y medianos sistemas fotovoltaicos, desde viviendas aisladas hasta sistemas de telecomunicaciones.

Los reguladores BP Solar proporcionan la máxima protección para sus baterías contra sobrecargas y descargas excesivas.

Estos reguladores se adaptan automáticamente a las características de consumo del usuario y a las condiciones de temperatura ambiente; todo ello gracias a una innovación única en un sistema de carga solar, el auto aprendizaje continuo del estado de carga de la batería y de su comportamiento, base de su proceso de regulación.

La pantalla de presentación ofrece una información completa y comprensible sobre el estado operativo de su sistema, presentando de forma continua el estado de carga SOC de la batería.

Los diferentes centelleos de los LEDs proporcionan una información muy valiosa sobre la conexión o desconexión del usuario. Es el primer regulador que informa de cualquier fallo que se produzca en el sistema.

El regulador BP Solar con la opción de la pantalla de presentación (display) informa no solo del estado de carga de la batería y de los problemas que puedan producirse en el sistema, sino que además presenta la corriente de carga y la corriente que consume el usuario.

CARACTERÍSTICAS

- Adaptación automática a 12/24 Vdc.
- Control automático de sobrecargas y descargas excesivas de la batería.
- Auto aprendizaje del estado de carga de la batería.
- Presentación del estado de carga.
- Presentación en pantalla del Estado y posibles errores del sistema.



- Los modelos M, incorporan un display que informa del tipo de batería conectada, Intensidad del campo solar, Intensidad de salida al consumo, Tensión de batería, Algoritmo SOC que visualiza el estado de carga de batería en función de cuatro parámetros: V, I, °T e histórico de carga.

APLICACIONES

- Viviendas aisladas
- Sistemas de telecomunicaciones.
- Caravanas, barcos, etc..

CÓDIGO	MODELO	INTENSIDAD (A)	TENSIÓN (V)
R016	GCR 800	8	12V/24V
R017	GCR 800 M	8	12V/24V
R003	GCR 1200	12	12V/24V
R004	GCR 1200 M	12	12V/24V
R006	GCR 2000	20	12V/24V
R007	GCR 2000 M	20	12V/24V
R008	GCR 3000	30	12V/24V
R009	GCR 3000 M	30	12V/24V

Modelos M: Incorporan display indicador de V,I, y estado de carga

ESPECIFICACIONES	GCR-1200 (M)	GCR-2000 (M)	GCR-3000 (M)
Intensidad máxima en paneles a 50°C	12 A	20 A	30 A
Intensidad máxima en consumo a 50°C	12 A	20 A	30 A
Fusible	15 A	20 A	30 A
Tensión de trabajo	12/24 Vdc (adaptación automática)		
Común	Positivo		
Circuito híbrido	X	X	X
Compensación temperatura	-4mV/K/vaso		
Sensor temperatura	Integrado		
SOC – led	Monitorización del estado de carga SOC y pre-aviso de desconexión de consumo		
INFO – led	Estado del sistema y monitorización de error		
Protecciones	Sobretensión, inversión de polaridad, cortocircuito.		
Protecciones electrónicas	Sobretensión, baja tensión, corriente de paneles y consumo, sobret temperatura		
Cable sensor de batería	No es necesario. La caída de tensión es calculada por el sistema y compensada		
Pantalla digital (LCD display)	Disponible únicamente en la versión M		
Índice de protección de la caja	IP22		
Sección de conexiones (hilo/cable)	16/25 mm ² (6/4 AWG)		
Dimensiones	187x48x106		
Peso	420 gr.; Versión M: 450gr.		

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	GCR-1200 Y 1200M	GCR-2000 Y 2000M	GCR-3000 Y 3000M
Tensión de fin de carga	13,7V/27,4V		
Activación carga de flotación	SOC<70% (regulación por tensión 12,4V/24,8V)		
Tensión final carga de flotación (1 h)	14,4V/28,8V		
Activación carga de igualación	SOC<40% (regulación por tensión 11,7V/23,4V)		
Tensión final carga de igualación (1 h)	14,7V/29,4V (no disponible en baterías de gel)		
Activación periódica de la carga de igualación	Cada 30 días, ecualización durante 1 hora (ajustable mediante puentes)		
Preaviso desconexión	SOC<40% (regulación por tensión 11,7V/23,4V)		
Tensión de desconexión de consumo	SOC<30% (regulación por tensión 11,1V/22,2V)		
Tensión de reconexión de consumo	SOC>50% (regulación por tensión 12,6V/25,2V)		
Baja tensión	1,5V/21,0V		
Alta tensión	15,0V/30,0V		
Sobreintensidad en paneles (desconexión de consumo)	13,2 A	22 A	33 A
Desconexión de consumo por sobreintensidad al cabo de 2'	13,2 A	22 A	33 A
Desconexión de consumo por sobreintensidad al cabo de 4"	15,5 A	26 A	38 A
Sobret temperatura (desconexión de consumo)	Desconexión a 85°C aprox ./ Reconexión a 70°C aprox.		

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Departamento de Ingeniería Eléctrica



PROYECTO FIN DE CARRERA

Estudio e implementación de un sistema autónomo para la iluminación de una terraza, mediante baterías y paneles fotovoltaicos adaptados a la estructura del toldo.

ANEXO 2: RESTO DE SIMULACIONES

Titulación: I.T.I. Electricidad.

Alumno: Francisco Escámez Fernández.

Directores: Juan Martínez Tudela.

Juan Álvaro Fuentes Moreno.

Cartagena, Junio 2010.

10.1 Simulación 1x2x36w+2x1x18w+12 led

Lista de piezas de las luminarias

12Pieza

**Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60
12xLED-LXHL-I-LB/WH**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias: 540 lm

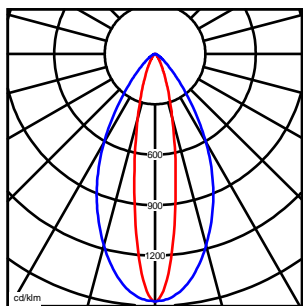
Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 89 98 99 99 65

Armamento: 12 x LED-LXHL-I-LB/WH

(Factor de corrección 1.000).



2 Pieza

Philips Pacific TCW215 1xTL-D18W/830

Nº de artículo:

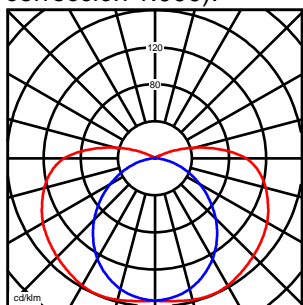
Flujo luminoso de las luminarias: 1350 lm

Potencia de las luminarias: 19 W

Clasificación luminarias según CIE: 89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 73

Armamento: 1 x TL-D18W (Factor de corrección 1.000).



1 Pieza

Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias: 3350 lm

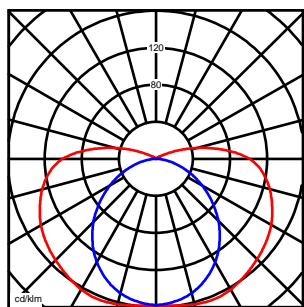
Potencia de las luminarias: 37 W

Clasificación luminarias según CIE: 89

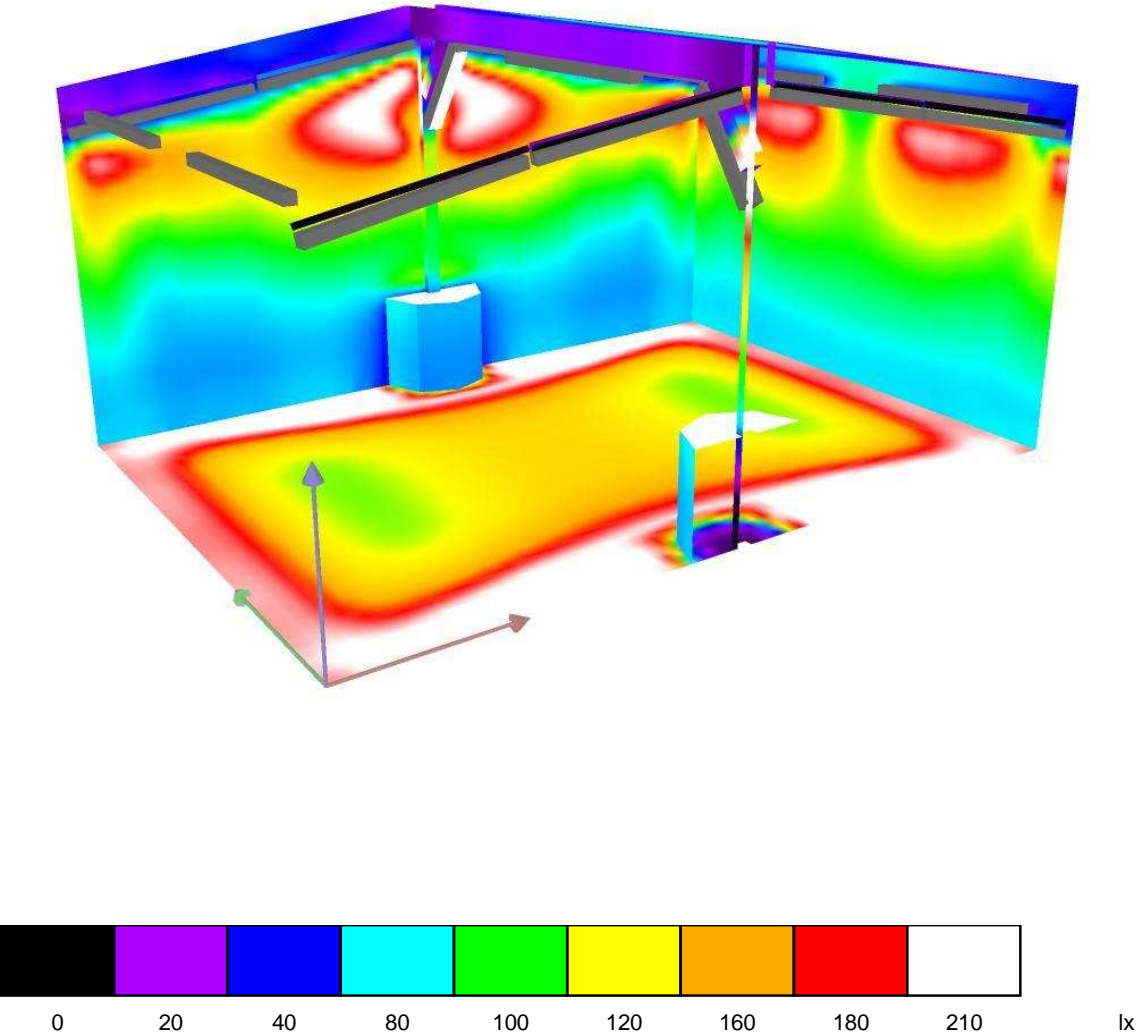
Código CIE Flux: 34 62 84 89 75

Armamento: 1 x TL-D36W (Factor de corrección 1.000).

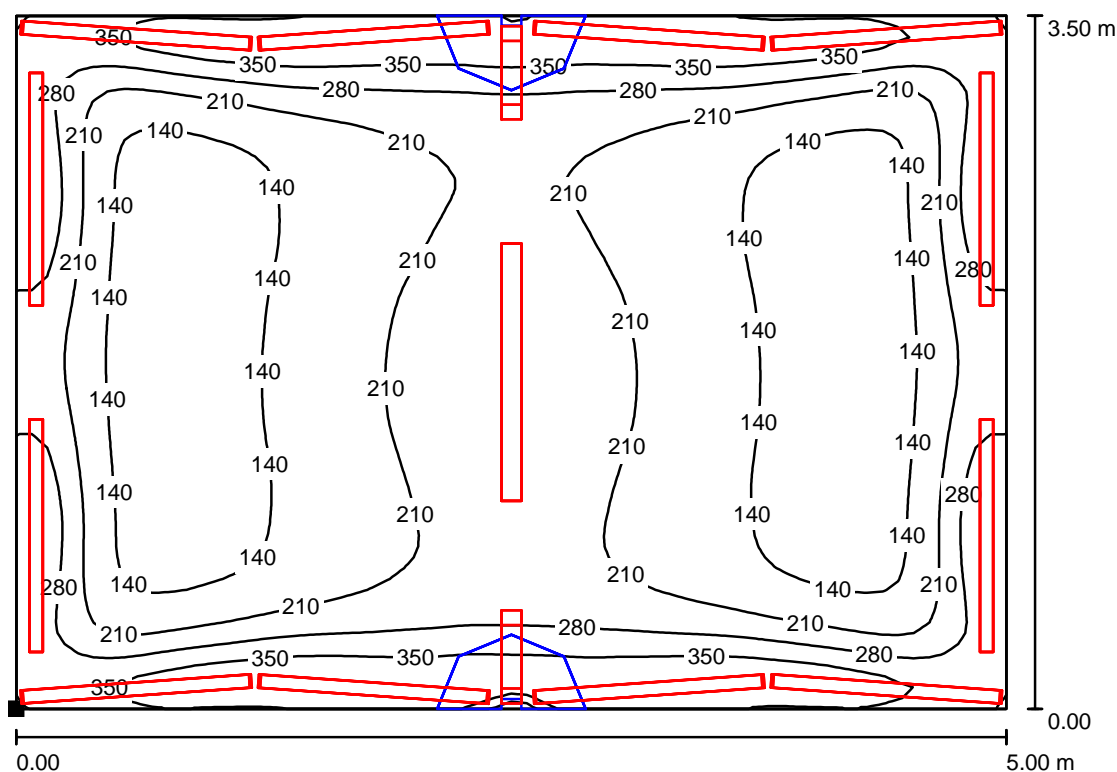




Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]
221

E_{min} [lx]
108

E_{max} [lx]
434

E_{min} / E_m
0.49

E_{min} / E_{max}
0.25

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	221	108	434	0.49
Techos (7)	70	30	0.00	223	/
Paredes (6)	0	99	6.97	233	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	12	Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60 12xLED-LXHL-I-LB/WH (1.000)	540	0
2	2	Philips Pacific TCW215 1xTL-D18W/830 (1.000)	1350	19
3	1	Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830 (1.000)	3350	37
total:			12530	75

Valor de eficiencia energética: $4.29 \text{ W/m}^2 = 1.94 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.50 m^2)

Gama de grises

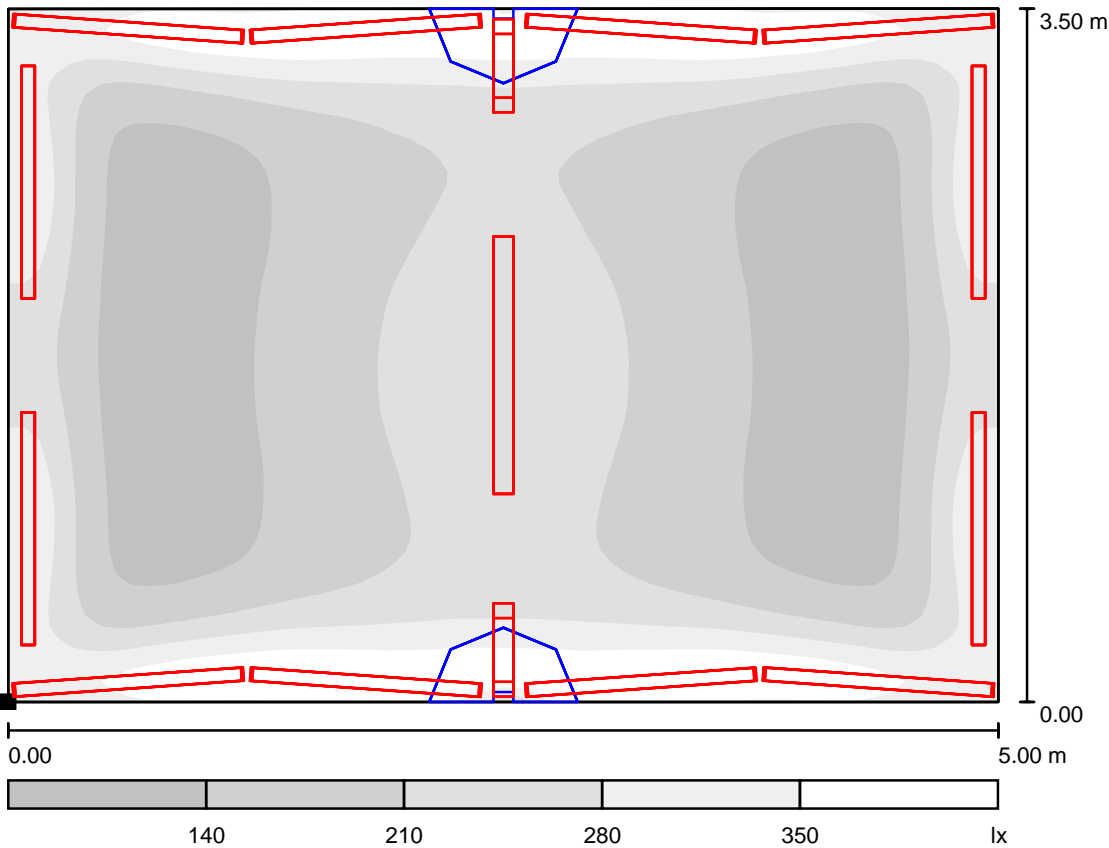
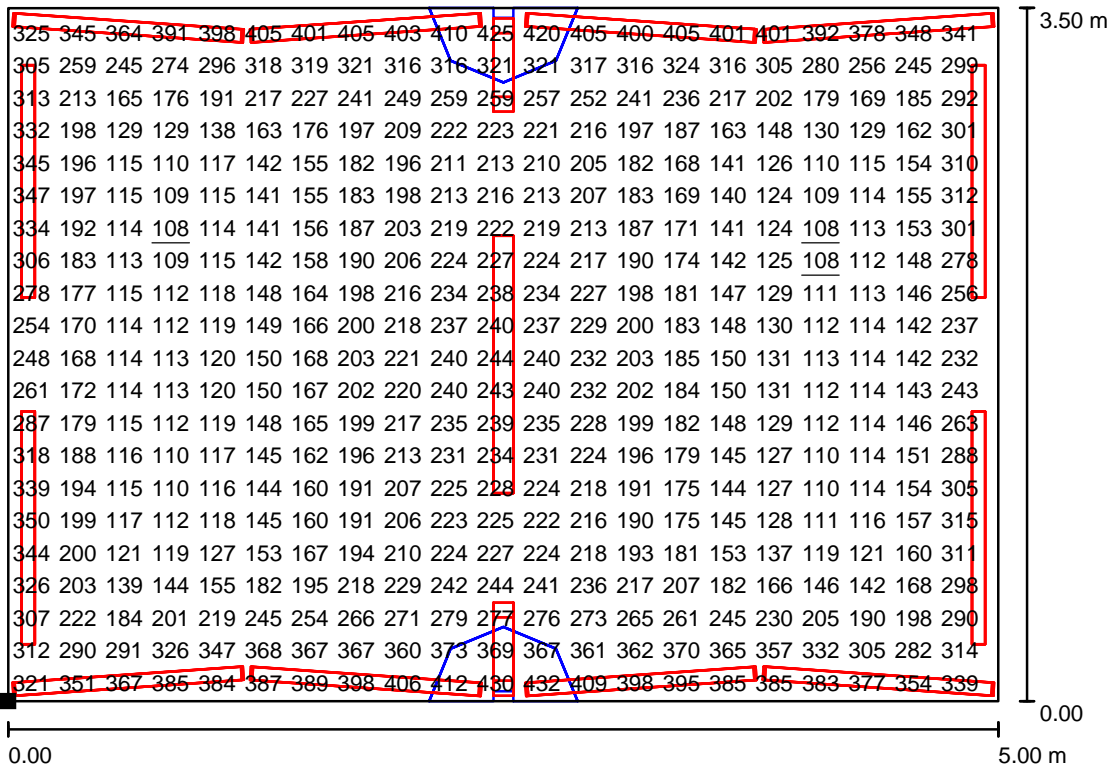


Grafico de valores



10.2 Simulación 1x2x36w+2x1x18w+8led

Lista de piezas de las luminarias

8Pieza

Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60 12xLED-LXHL-I-LB/WH

Nº de artículo:

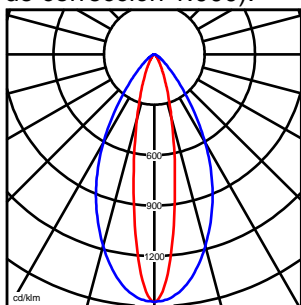
Flujo luminoso de las luminarias: 540 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 89 98 99 99 65

Armamento: 12 x LED-LXHL-I-LB/WH (Factor de corrección 1.000).



2Pieza

Philips Pacific TCW215 1xTL-D18W/830

Nº de artículo:

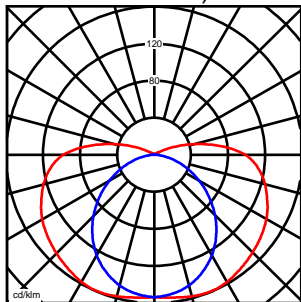
Flujo luminoso de las luminarias: 1350 lm

Potencia de las luminarias: 19 W

Clasificación luminarias según CIE: 89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 73

Armamento: 1 x TL-D18W (Factor de corrección 1.000).



1Pieza

Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias: 3350 lm

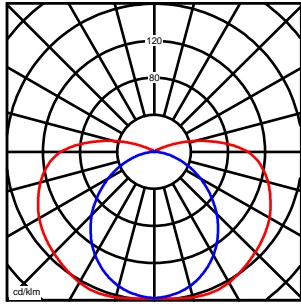
Potencia de las luminarias: 37 W

Clasificación luminarias según CIE: 89

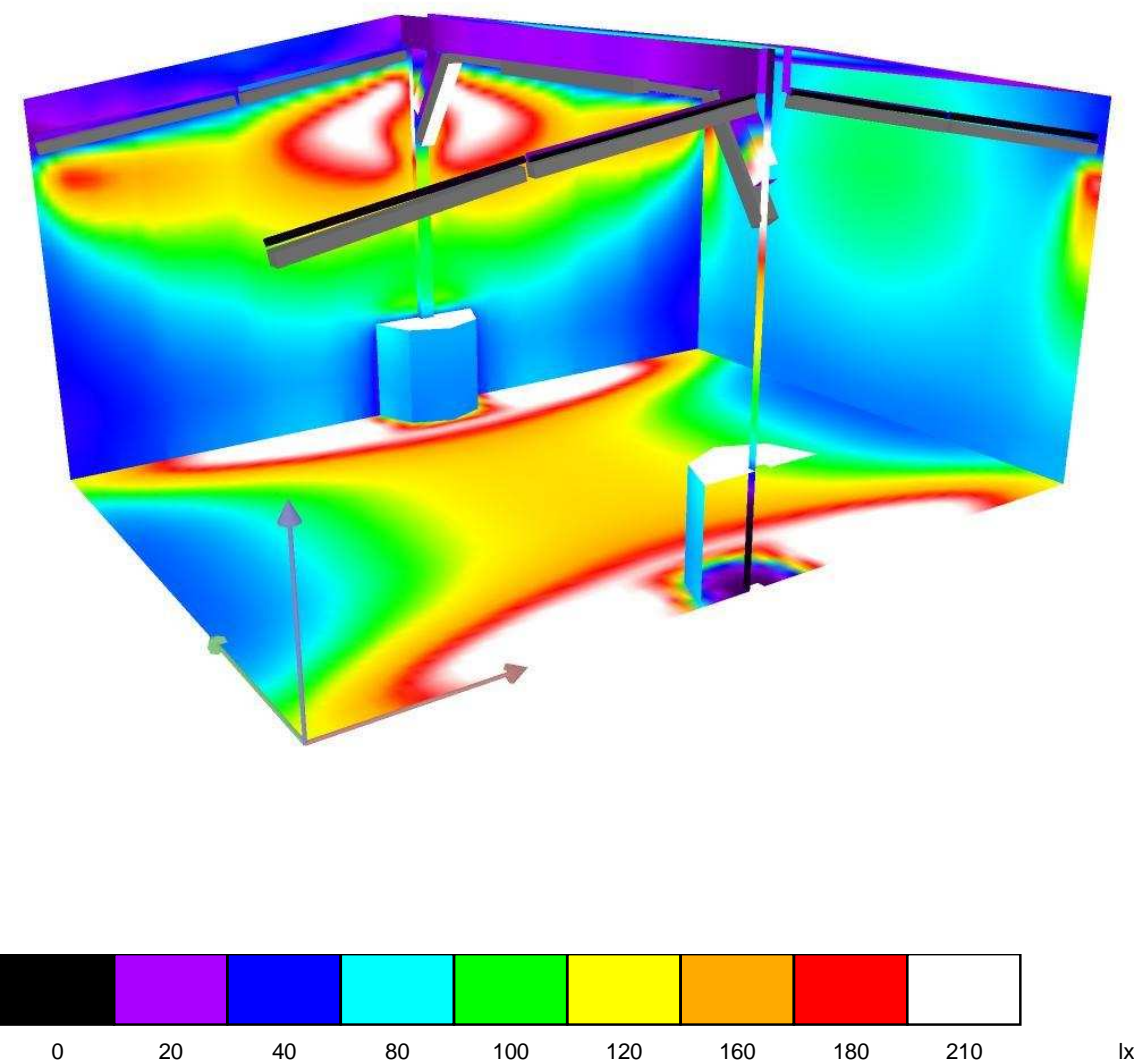
Código CIE Flux: 34 62 84 89 75

Armamento: 1 x TL-D36W (Factor de corrección 1.000).

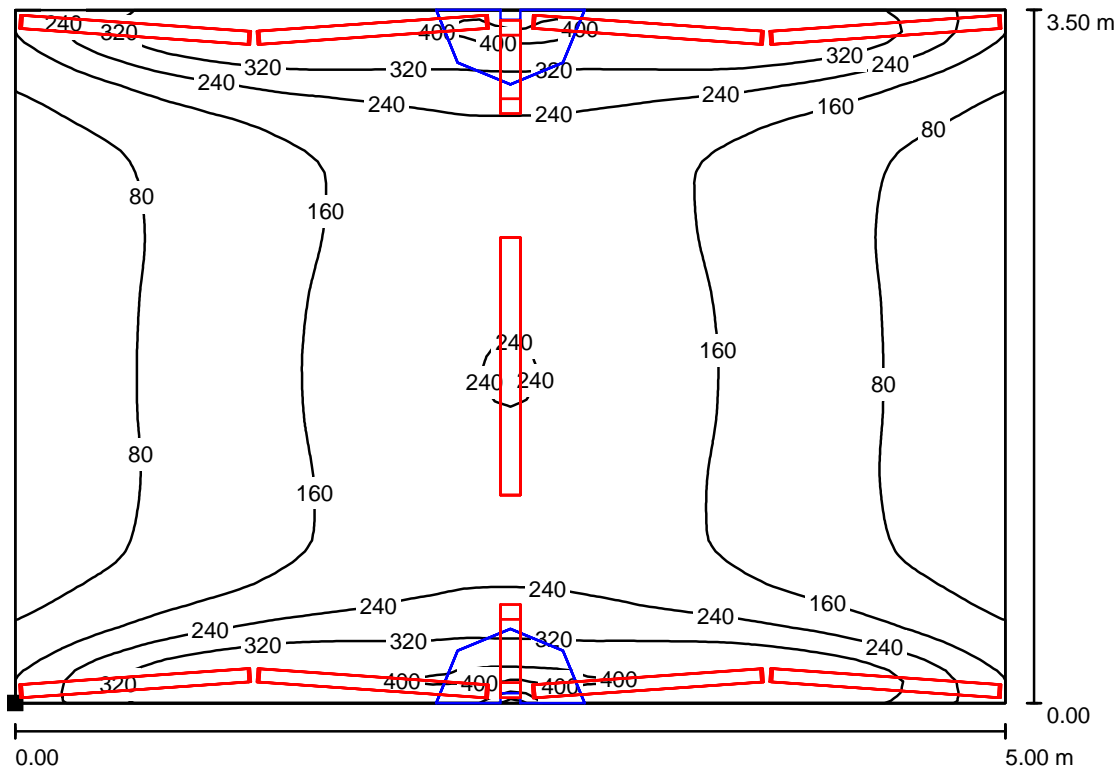




Rendering colores falsos



Isolneas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
183	51	434	0.28	0.12

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	183	51	434	0.28
Techos (7)	70	28	0.00	222	/
Paredes (6)	0	84	6.40	232	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	8	Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60 12xLED-LXHL-I-LB/WH (1.000)	540	0
2	2	Philips Pacific TCW215 1xTL-D18W/830 (1.000)	1350	19
3	1	Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830 (1.000)	3350	37
total:			10370	75

Valor de eficiencia energética: $4.29 \text{ W/m}^2 = 2.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.50 m^2)

Gama de grises

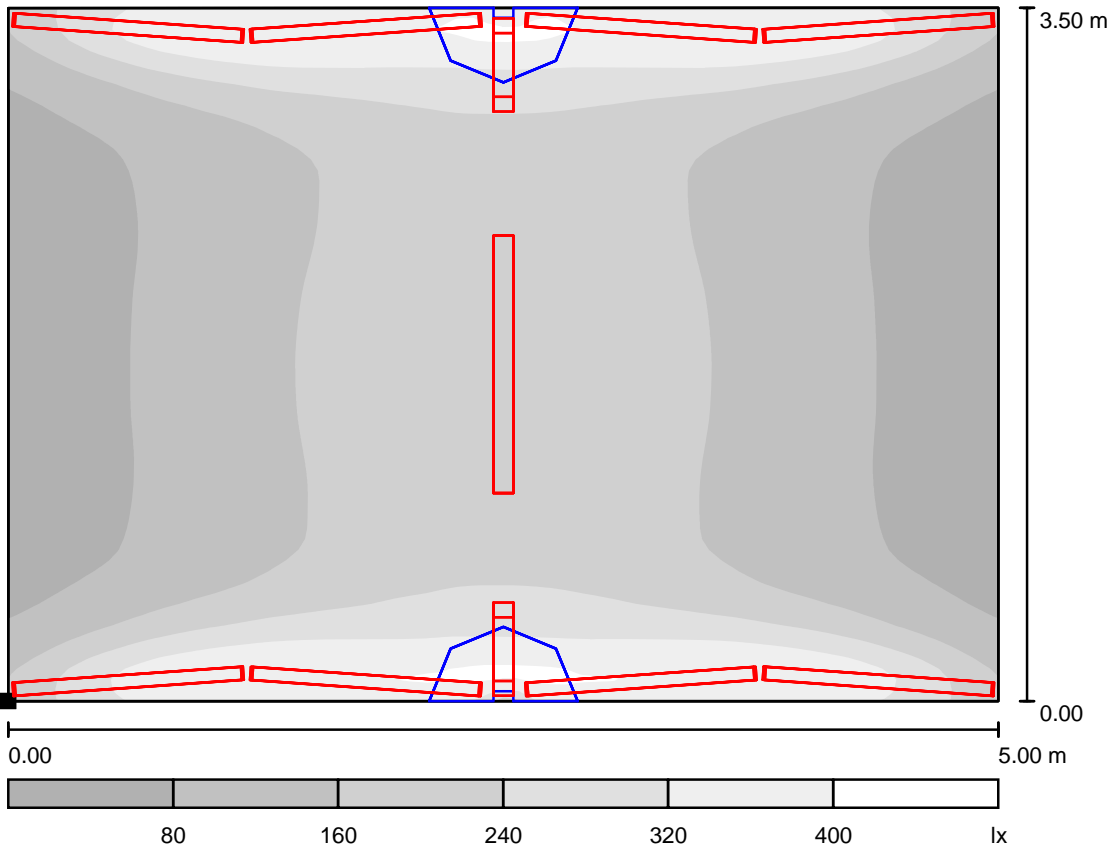
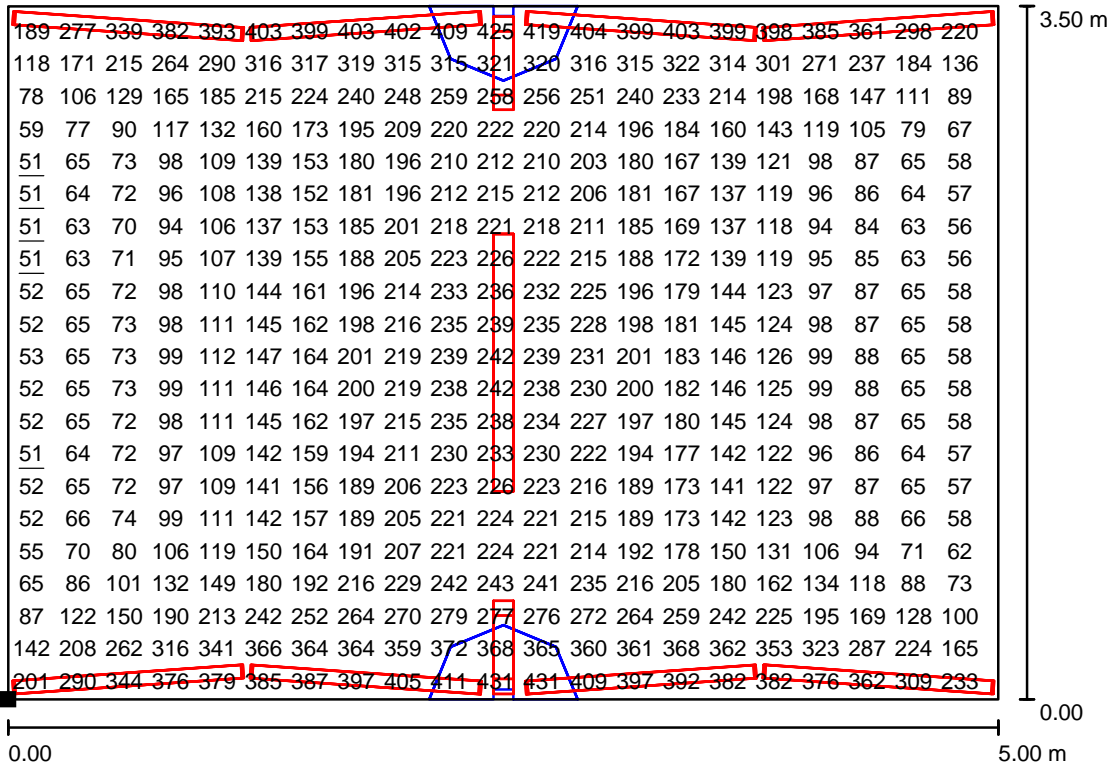


Grafico de valores



10.3 Simulación 1x2x36w+2X1X18W

Lista de piezas de las luminarias

2Pieza

Philips Pacific TCW215 1xTL-D18W/830

Nº de artículo:

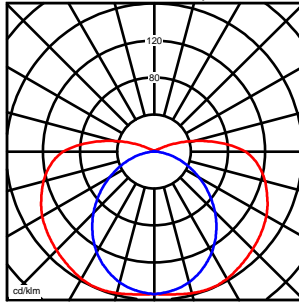
Flujo luminoso de las luminarias: 1350 lm

Potencia de las luminarias: 19 W

Clasificación luminarias según CIE: 89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 73

Armamento: 1 x TL-D18W (Factor de corrección 1.000).



1Pieza

Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830

Nº de artículo:

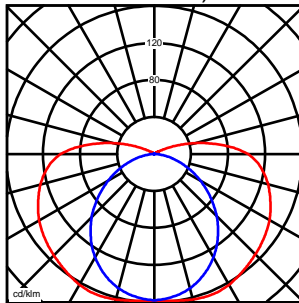
Flujo luminoso de las luminarias: 3350 lm

Potencia de las luminarias: 37 W

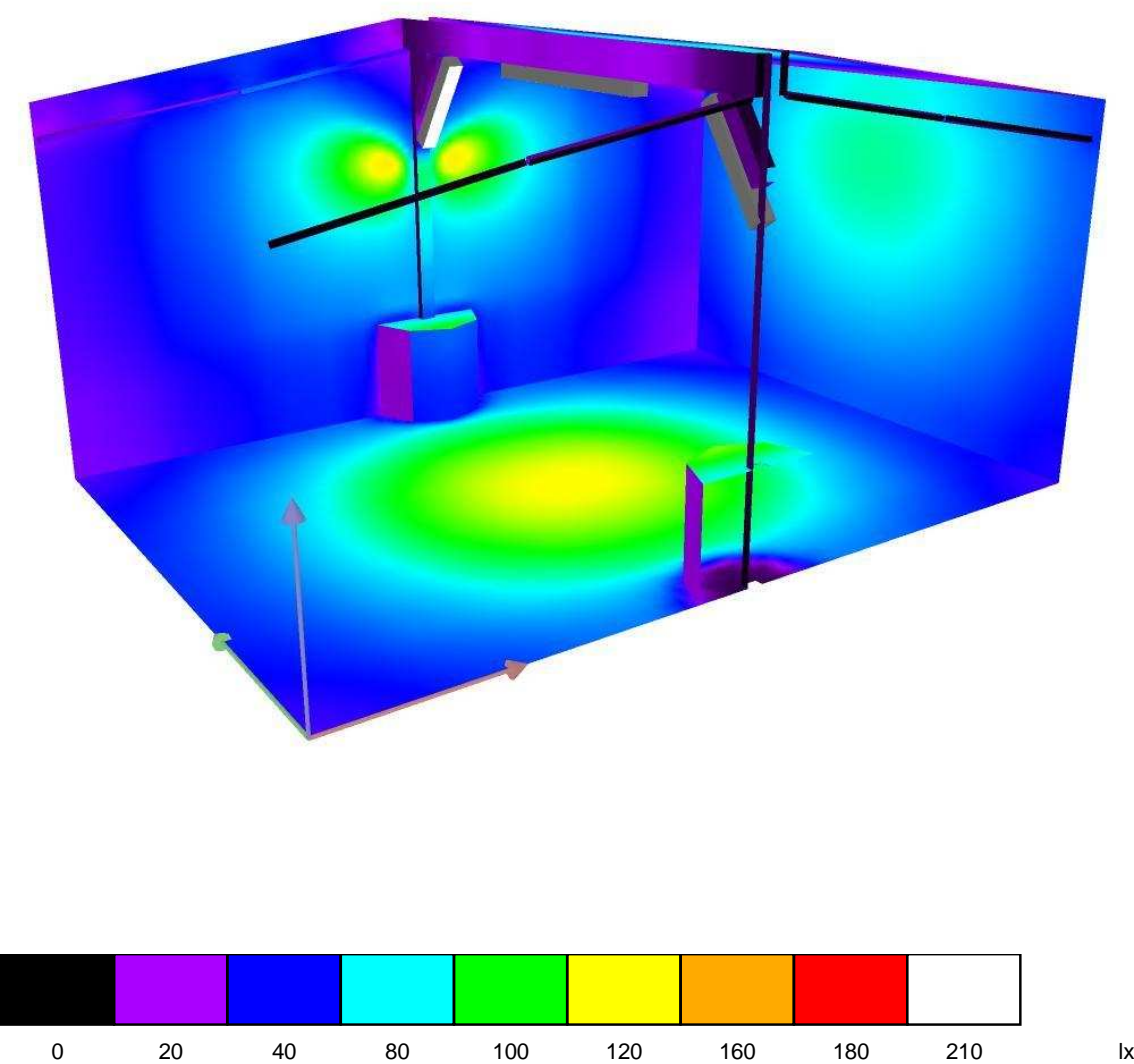
Clasificación luminarias según CIE: 89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 75

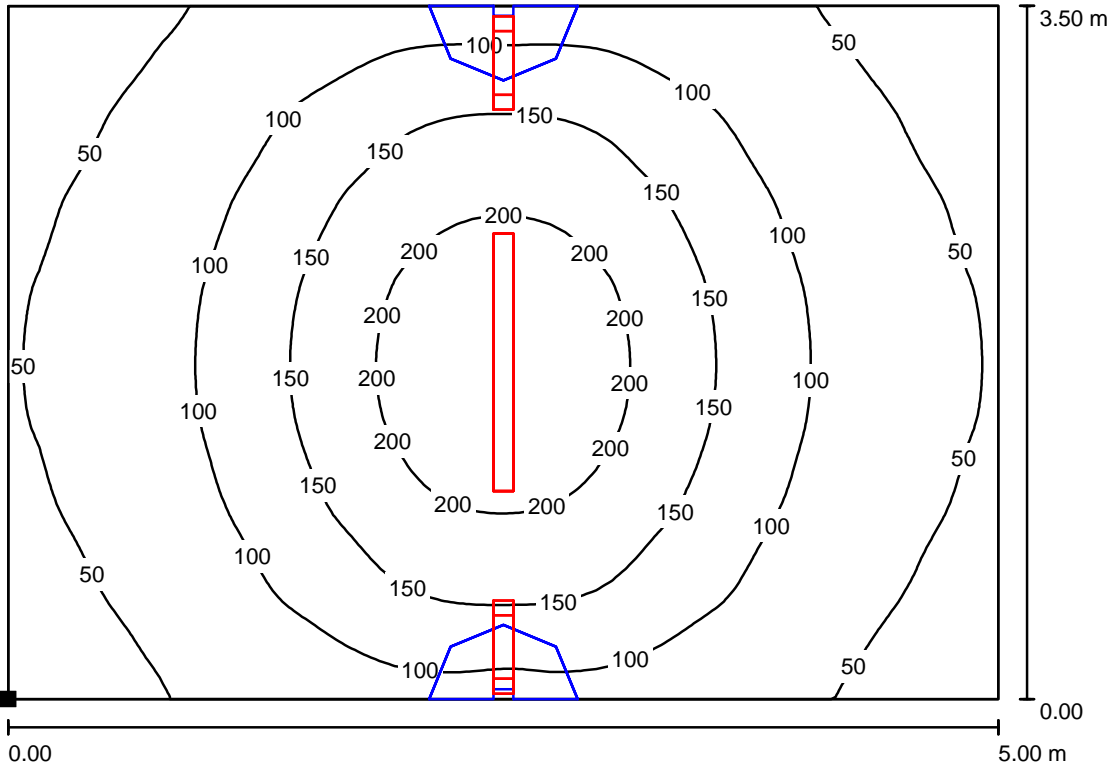
Armamento: 1 x TL-D36W (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)
Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
108	29	234	0.27	0.13

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	108	29	234	0.27
Suelo	20	72	5.91	121	0.08
Techos (7)	70	25	0.00	218	/
Paredes (6)	0	56	5.02	153	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips Pacific TCW215 1xTL-D18W/830 (1.000)	1350	19
2	1	Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830 (1.000)	3350	37
total:			6050	75

Valor de eficiencia energética: 4.29 W/m² = 3.99 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

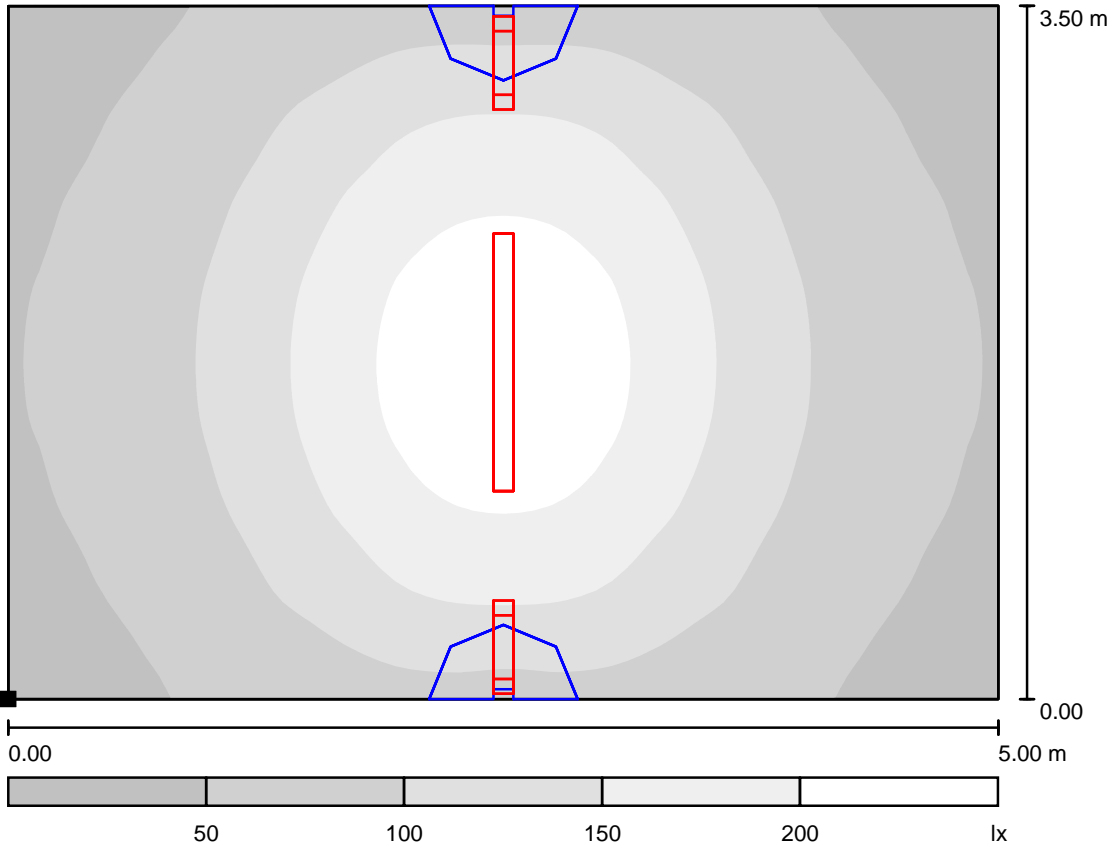
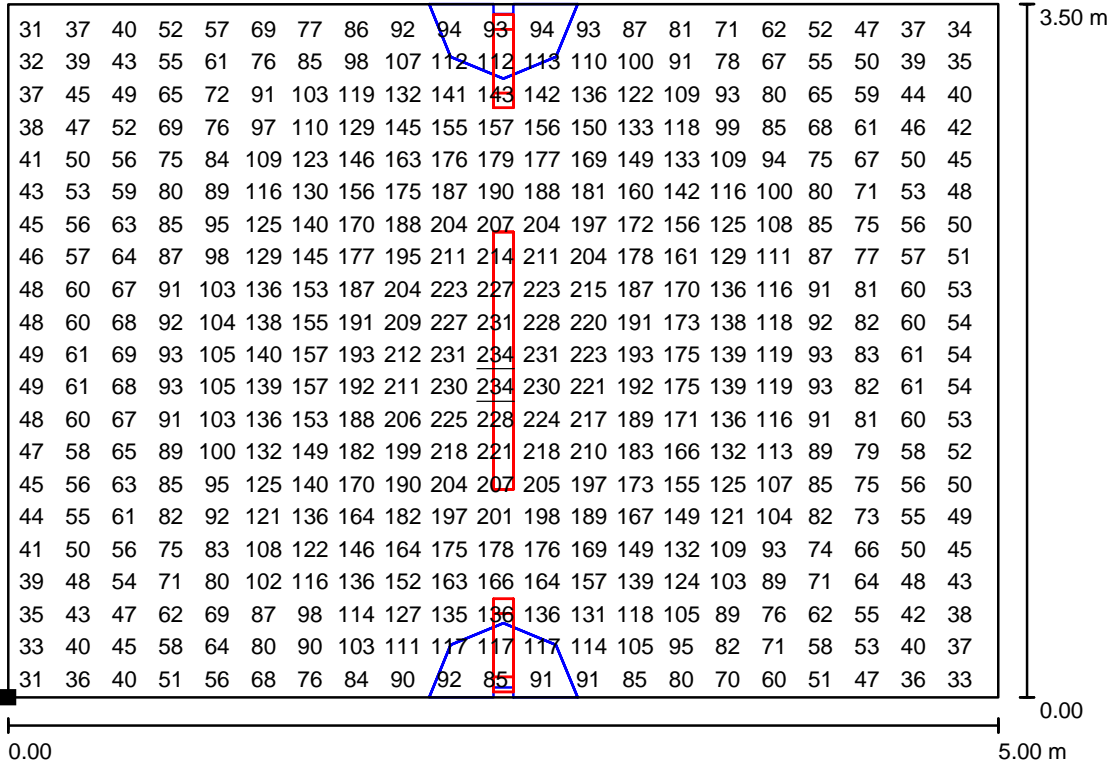


Grafico de valores



10.4 Simulación 1x2x36w+12 LED

Lista de piezas de las luminarias

12Pieza

**Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60
12xLED-LXHL-I-LB/WH**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias: 540 lm

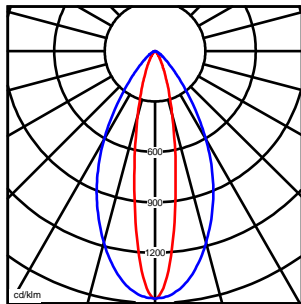
Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 89 98 99 99 65

Armamento: 12 x LED-LXHL-I-LB/WH

(Factor de corrección 1.000).



1 Pieza

Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830

Nº de artículo:

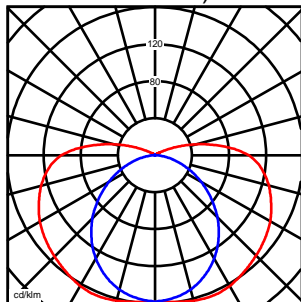
Flujo luminoso de las luminarias: 3350 lm

Potencia de las luminarias: 37 W

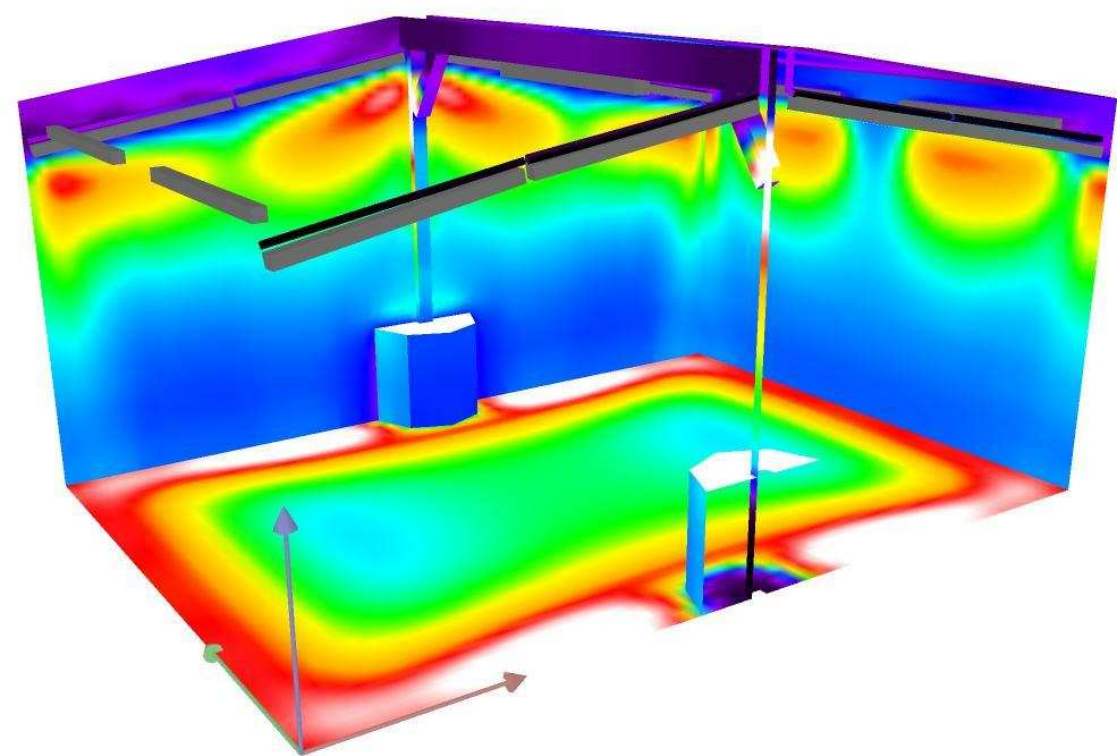
Clasificación luminarias según CIE: 89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 75

Armamento: 1 x TL-D36W (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



0

20

40

80

100

120

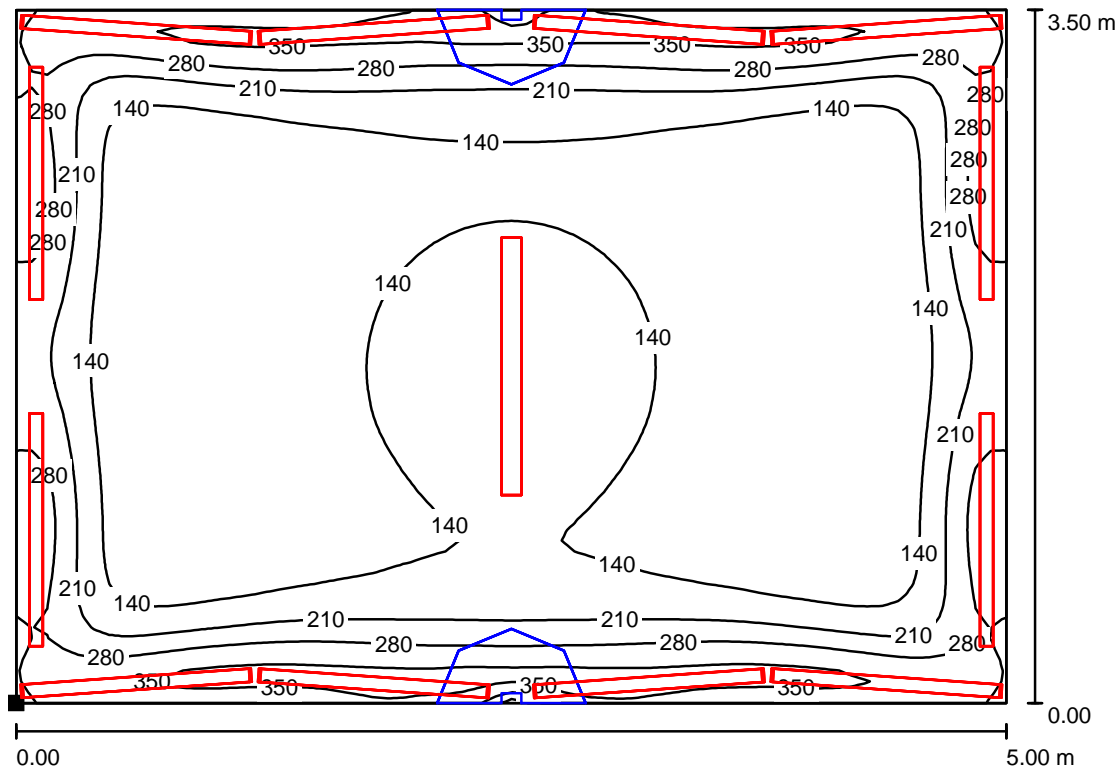
160

180

210

lx

Isolneas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
179	75	393	0.42	0.19

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	179	75	393	0.42
Techos (7)	70	12	0.00	75	/
Paredes (6)	0	76	4.45	207	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	12	Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60 12xLED-LXHL-I-LB/WH (1.000)	540	0
2	1	Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830 (1.000)	3350	37
total:			9830	37

Valor de eficiencia energética: $2.11 \text{ W/m}^2 = 1.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.50 m^2)

Gama de grises

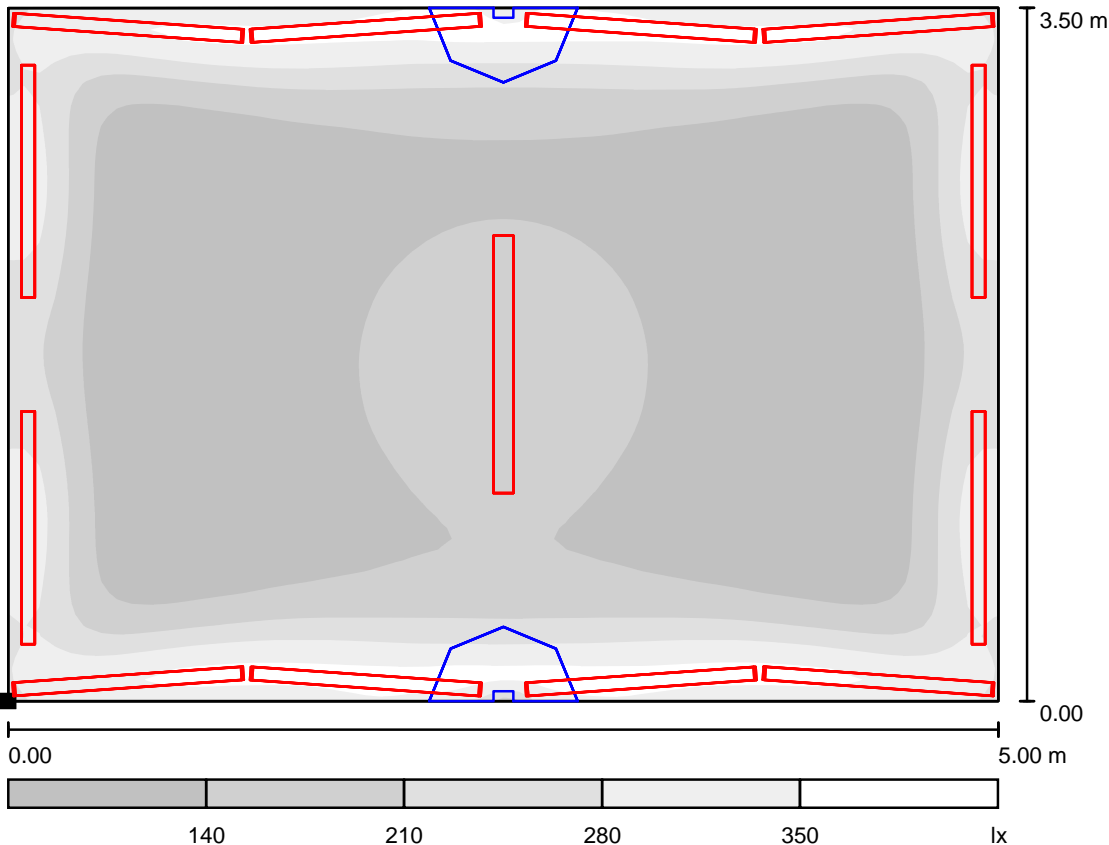
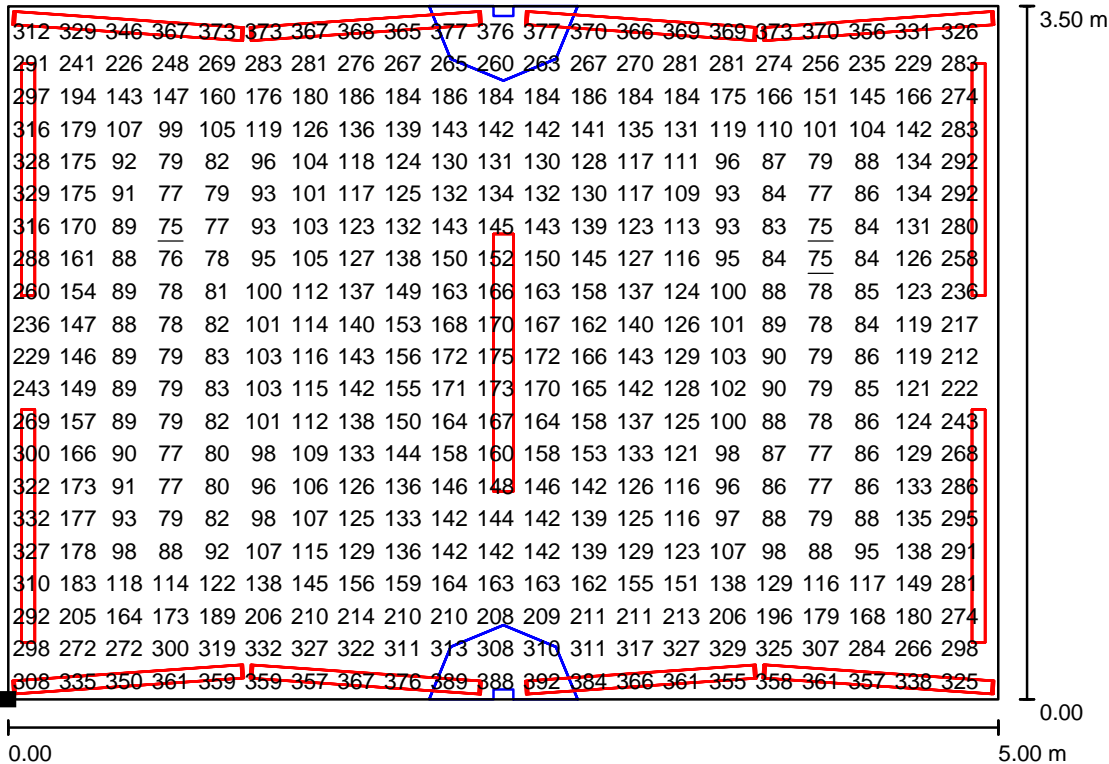


Grafico de valores



10.5 Simulación 1x2x36w+28 LED FLOOD

Lista de piezas de las luminarias

28Pieza

**Philips LEDflood BCP730 AWB
WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias:
195 lm

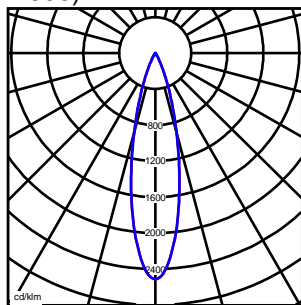
Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE:
100

Código CIE Flux: 97 99 99 100 57

Armamento: 3 x LED-LXHL-III-

LB/WH (Factor de corrección
1.000).



1 Pieza **Philips Pacific TCW215 1xTL-
D36W/830**

Nº de artículo:

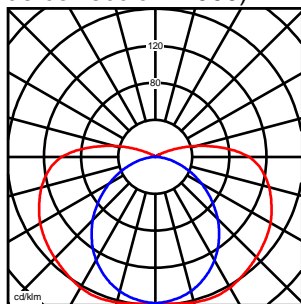
Flujo luminoso de las luminarias:
3350 lm

Potencia de las luminarias: 37 W

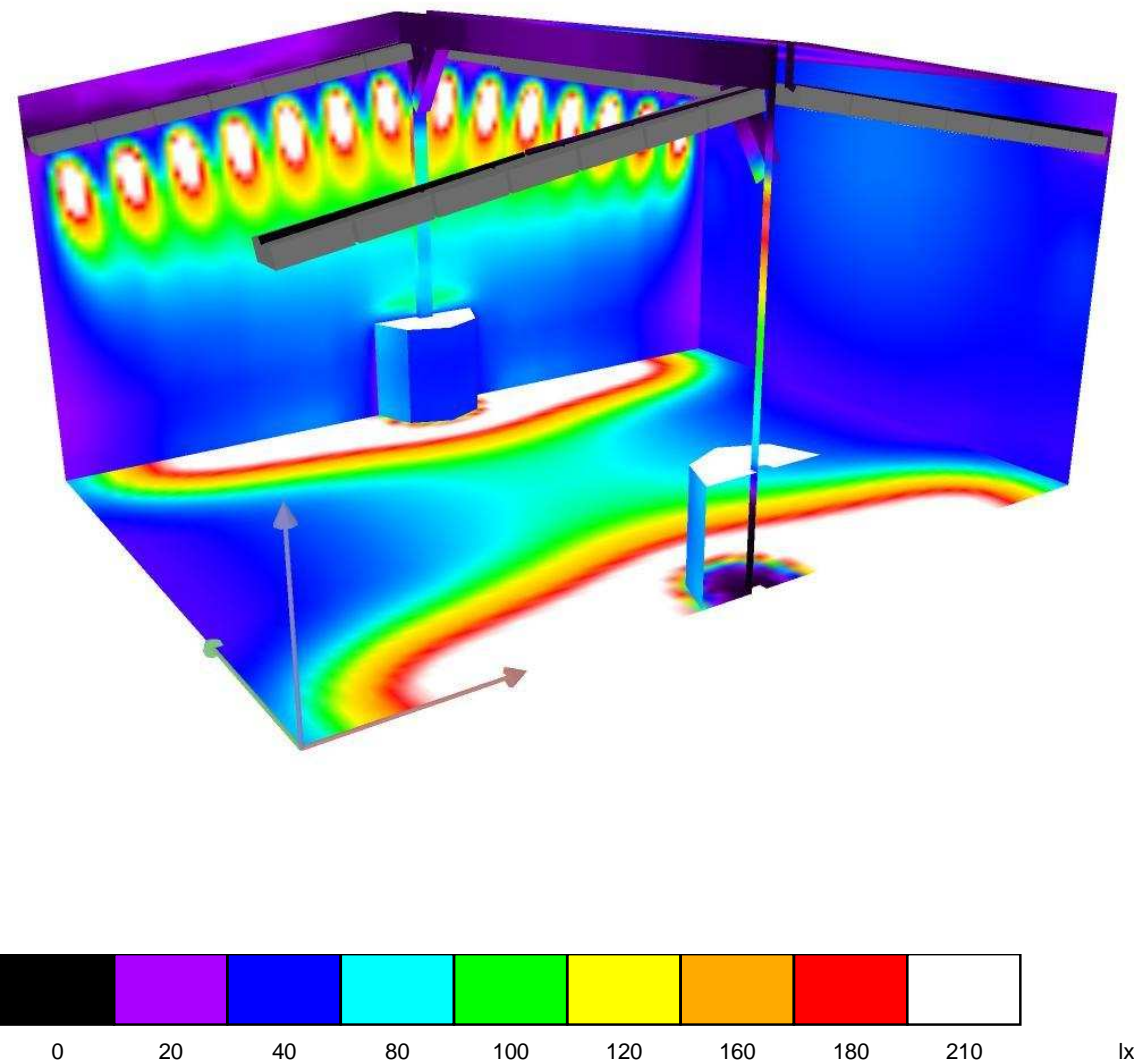
Clasificación luminarias según CIE:
89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 75

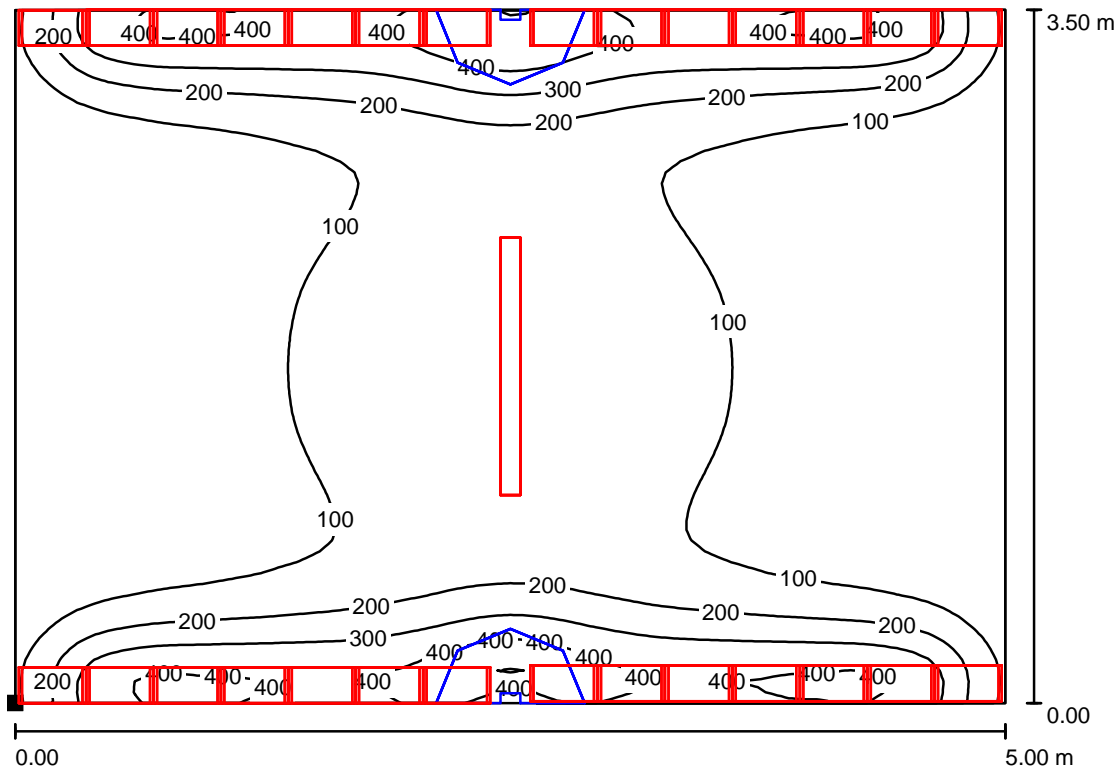
Armamento: 1 x TL-D36W (Factor
de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolneas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
153	27	525	0.18	0.05

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	153	27	525	0.18
Suelo	20	114	3.95	291	0.03
Techos (7)	70	10	0.00	35	/
Paredes (6)	0	60	3.10	360	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	28	Philips LEDflood BCP730 AWB WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH (1.000)	195	0
2	1	Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830 (1.000)	3350	37
total:			8810	37

Valor de eficiencia energética: $2.11 \text{ W/m}^2 = 1.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.50 m^2)

Gama de grises

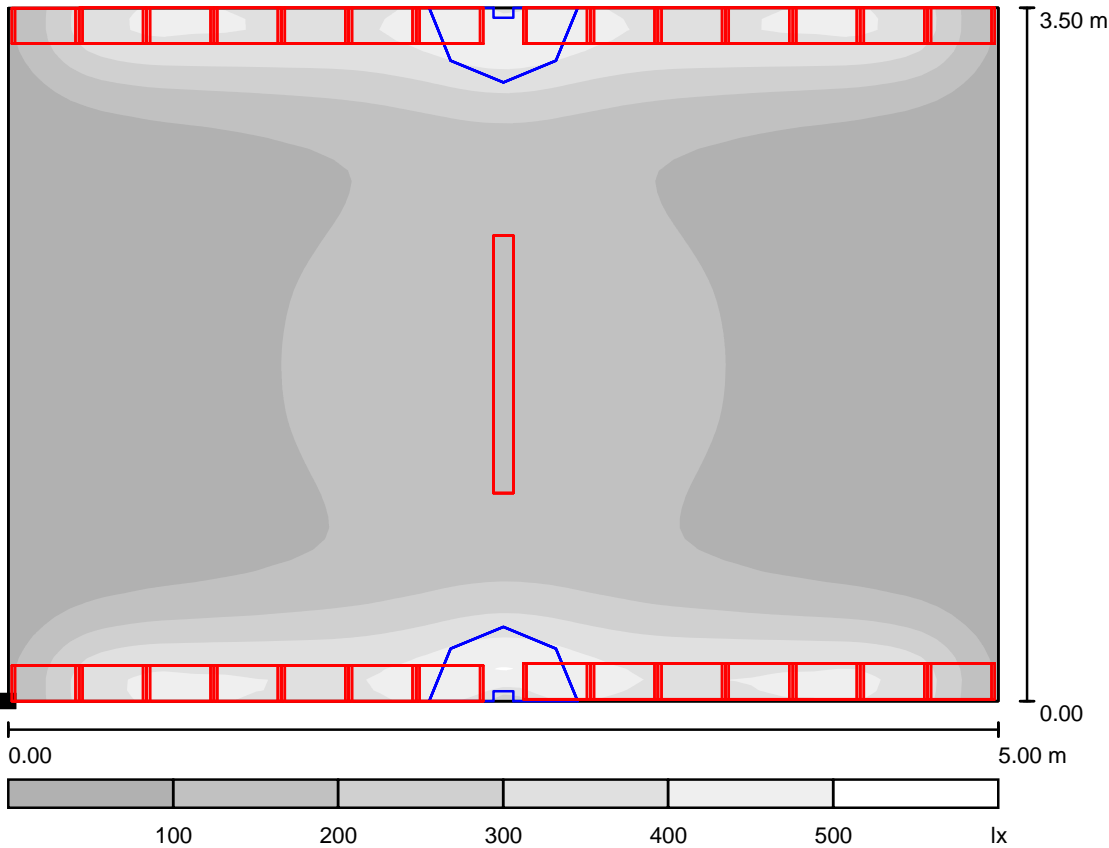
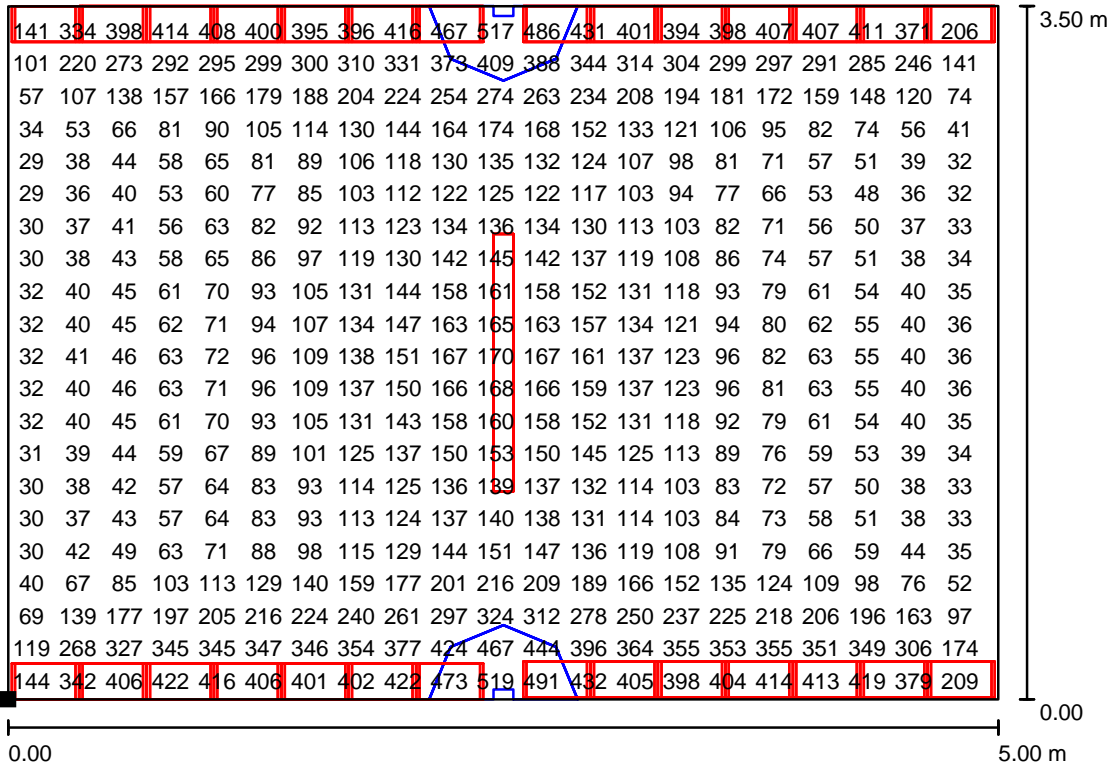


Grafico de valores



10.6 Simulación 2x1x18w LATERAL

Lista de piezas de las luminarias

2Pieza

Philips Pacific TCW215 1xTL-D18W/830

Nº de artículo:

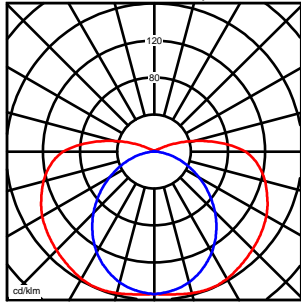
Flujo luminoso de las luminarias: 1350 lm

Potencia de las luminarias: 19 W

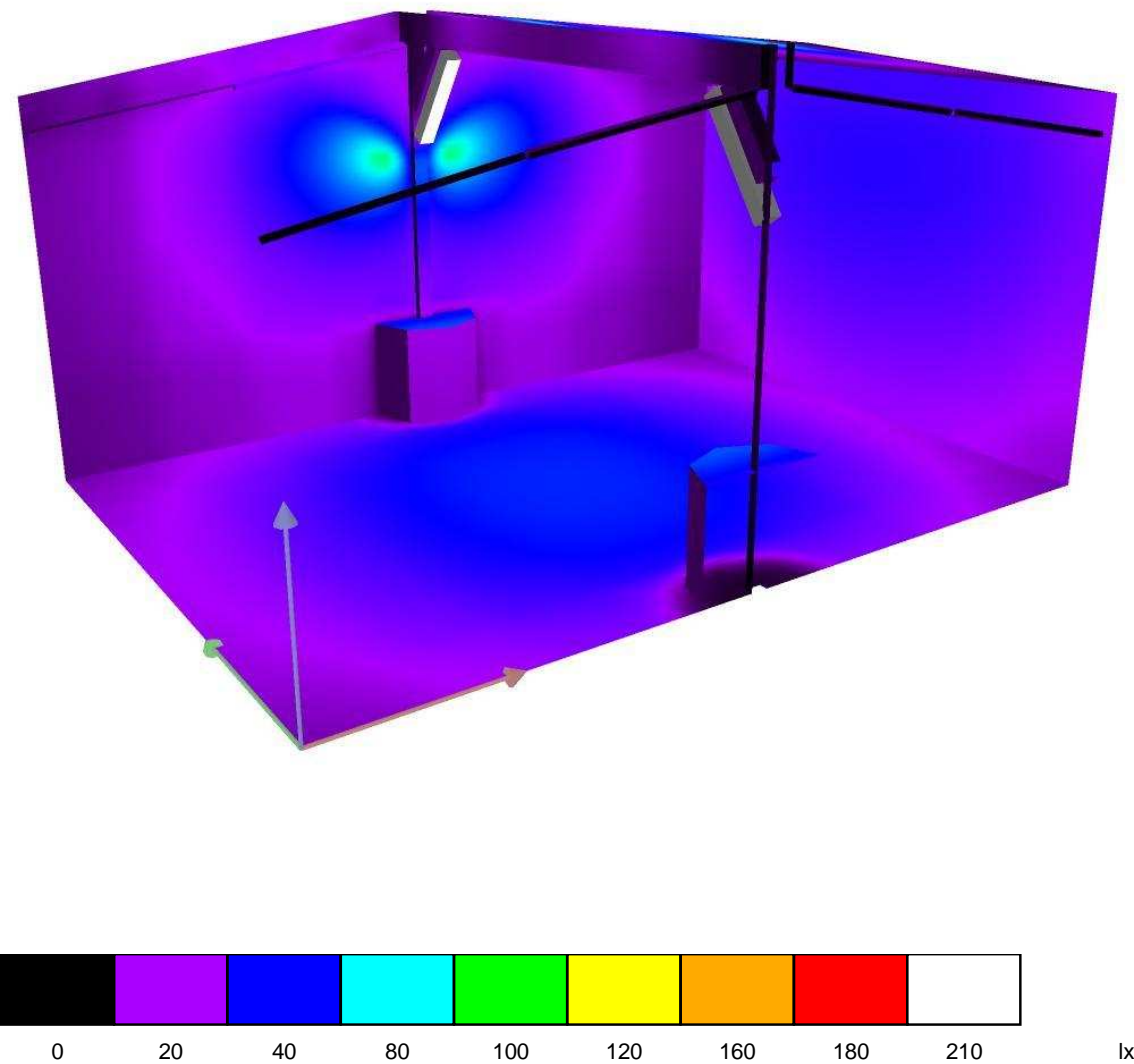
Clasificación luminarias según CIE: 89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 73

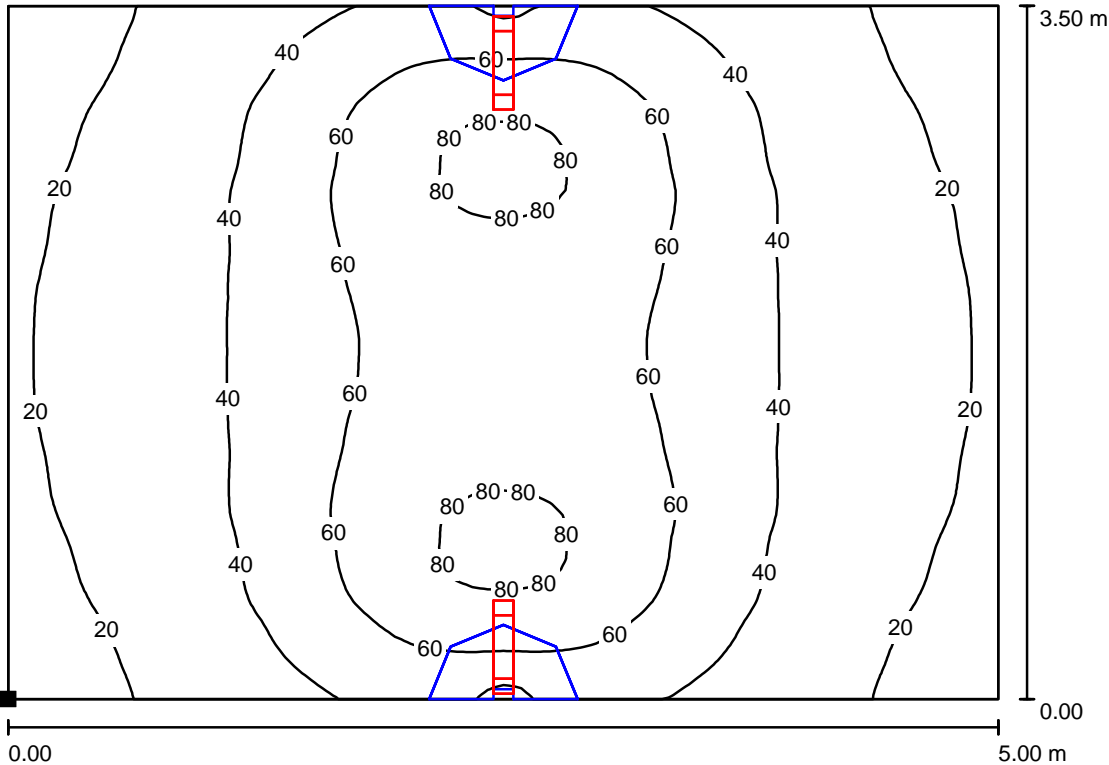
Armamento: 1 x TL-D18W (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
44	13	84	0.31	0.16

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	44	13	84	0.31
Suelo	20	29	3.49	45	0.12
Techos (7)	70	20	0.67	215	/
Paredes (6)	0	25	2.71	110	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips Pacific TCW215 1xTL-D18W/830 (1.000)	1350	19
total:			2700	38

Valor de eficiencia energética: 2.17 W/m² = 4.95 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

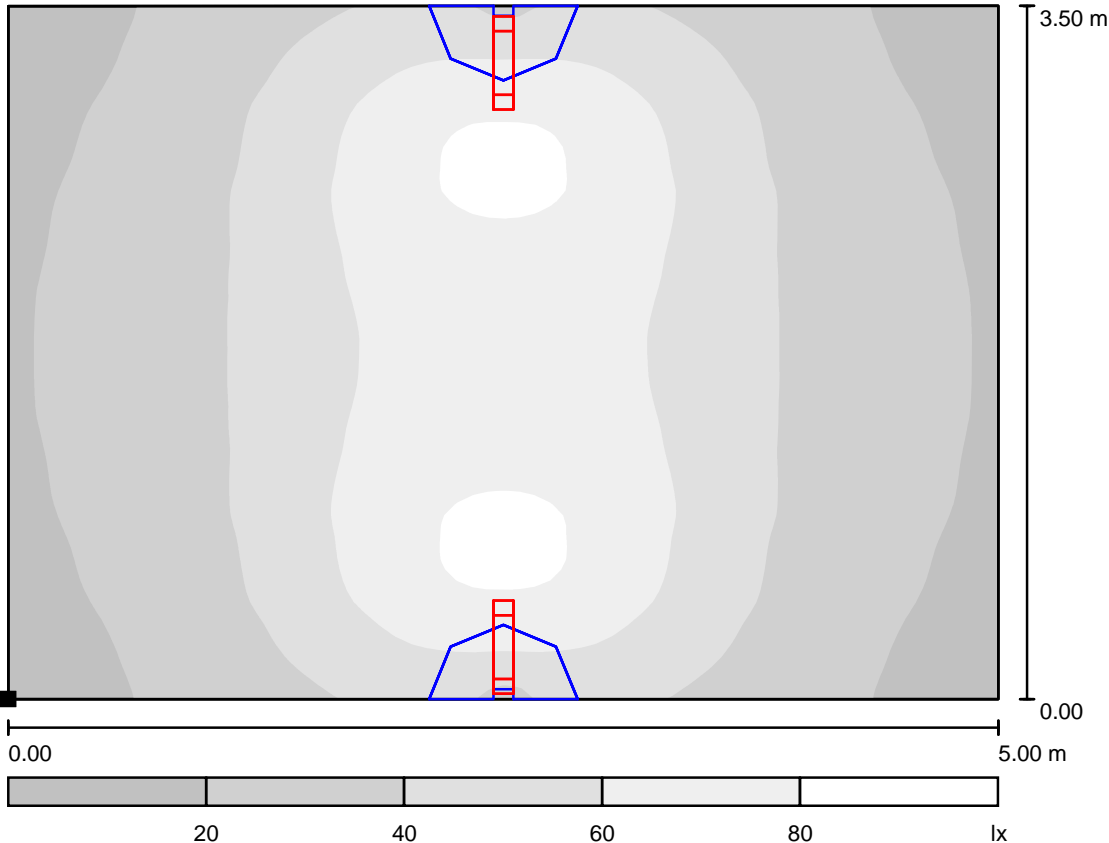
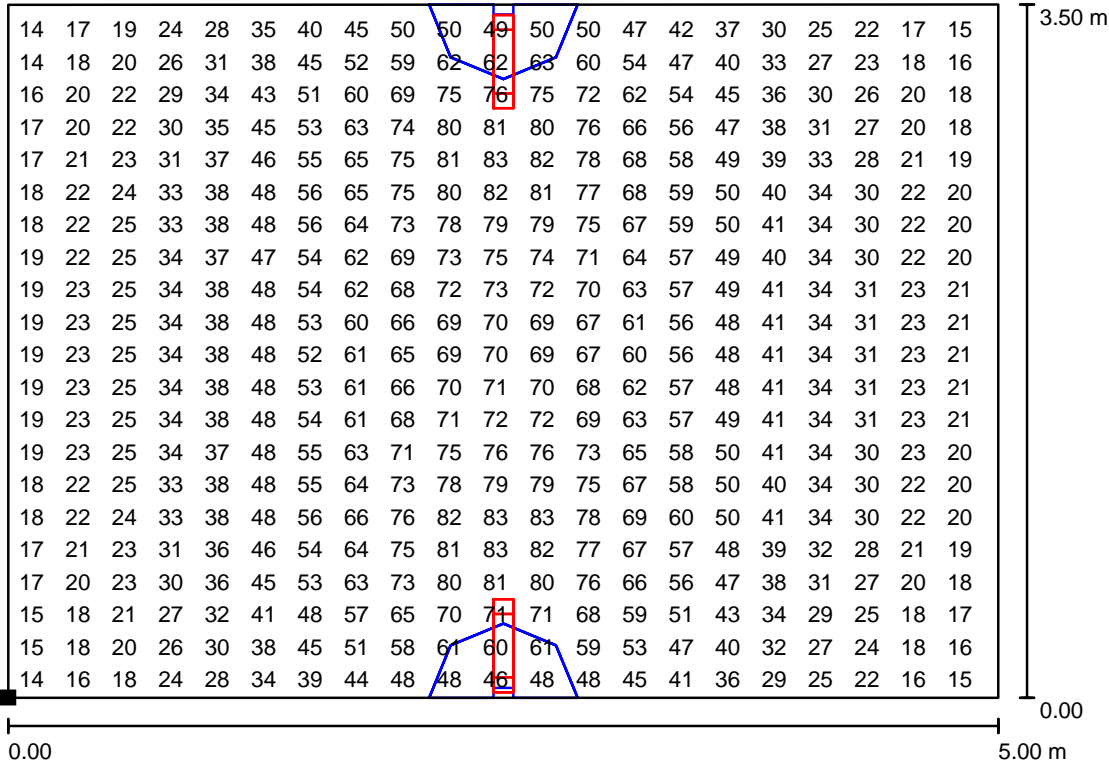


Grafico de valores



10.7 Simulación 2x1x18w

Lista de piezas de las luminarias

2Pieza

Philips Pacific TCW215 1xTL-D18W/830

Nº de artículo:

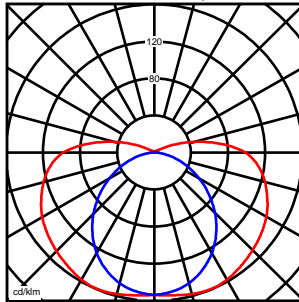
Flujo luminoso de las luminarias: 1350 lm

Potencia de las luminarias: 19 W

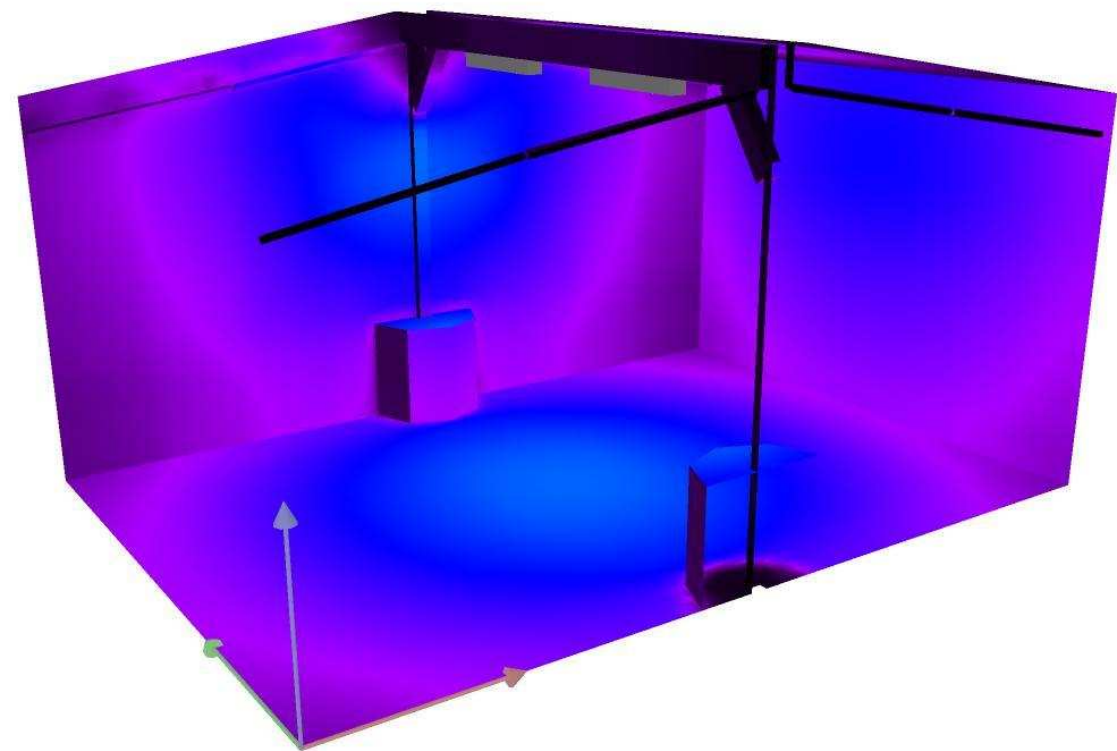
Clasificación luminarias según CIE: 89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 73

Armamento: 1 x TL-D18W (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



0

20

40

80

100

120

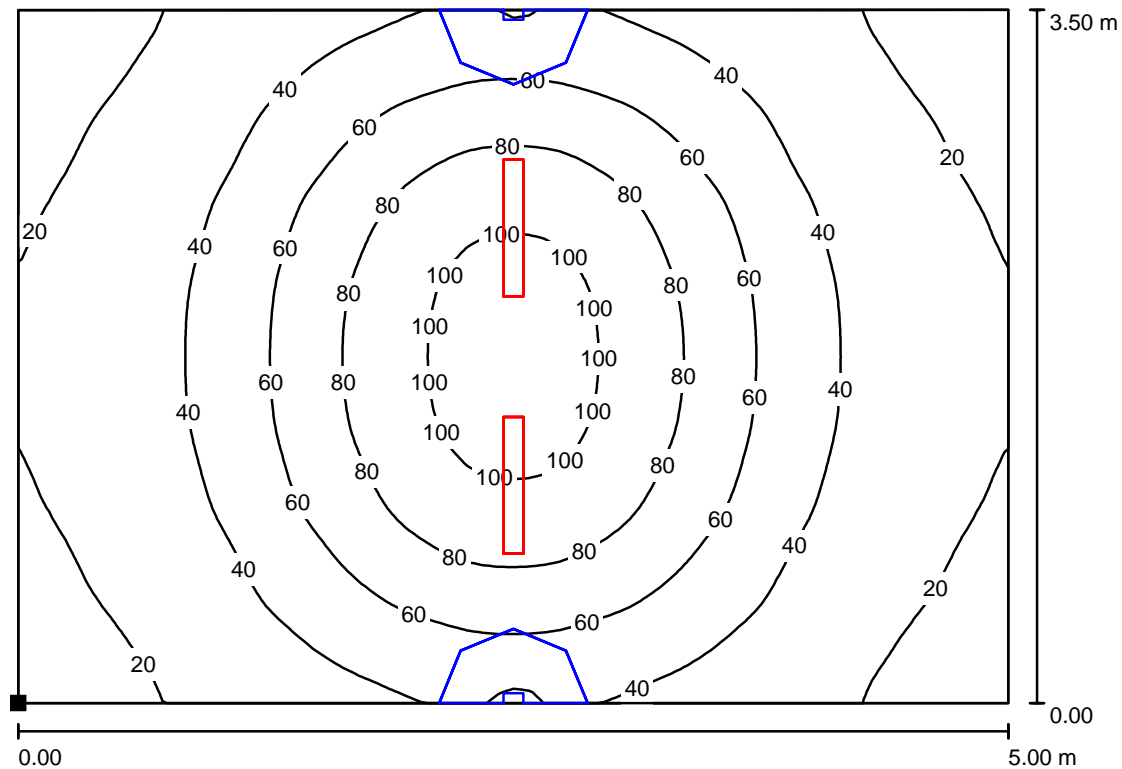
160

180

210

lx

Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
49	13	108	0.26	0.12

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	49	13	108	0.26
Suelo	20	33	1.99	56	0.06
Techos (7)	70	5.71	0.00	25	/
Paredes (6)	0	26	1.92	53	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips Pacific TCW216 1xTL-D18W/830 (1.000)	1350	19
total:			2700	38

Valor de eficiencia energética: $2.17 \text{ W/m}^2 = 4.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.50 m^2)

Gama de grises

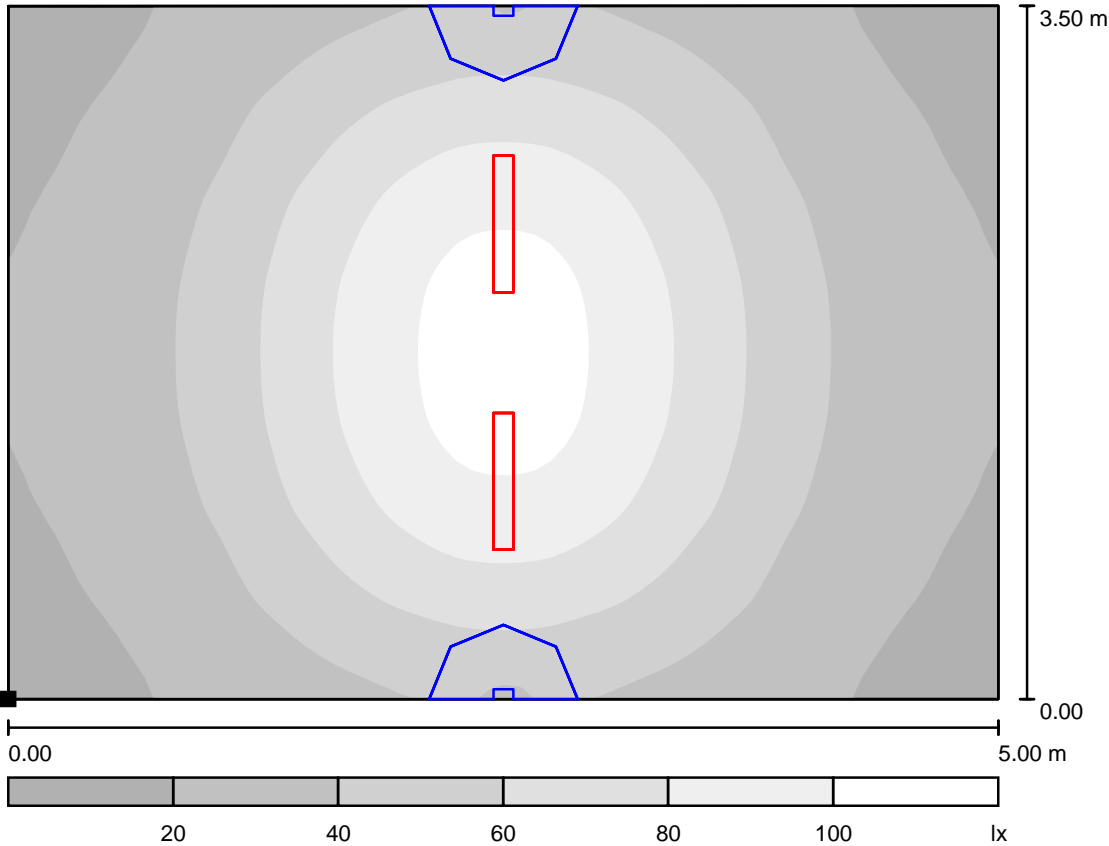
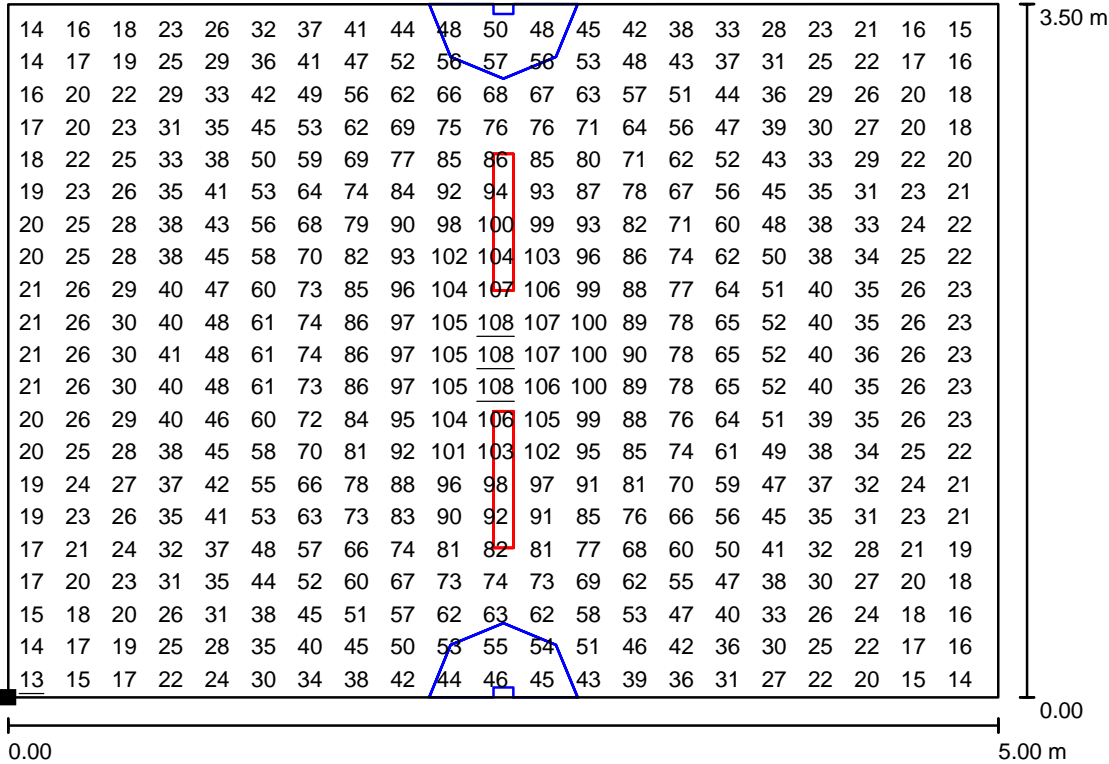


Grafico de valores



10.8 Simulación 2x1x36w

Lista de piezas de las luminarias

2Pieza

Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830

Nº de artículo:

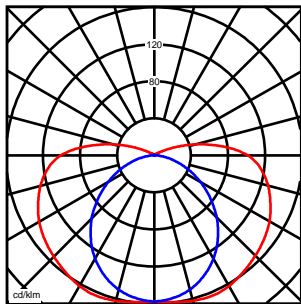
Flujo luminoso de las luminarias: 3350 lm

Potencia de las luminarias: 37 W

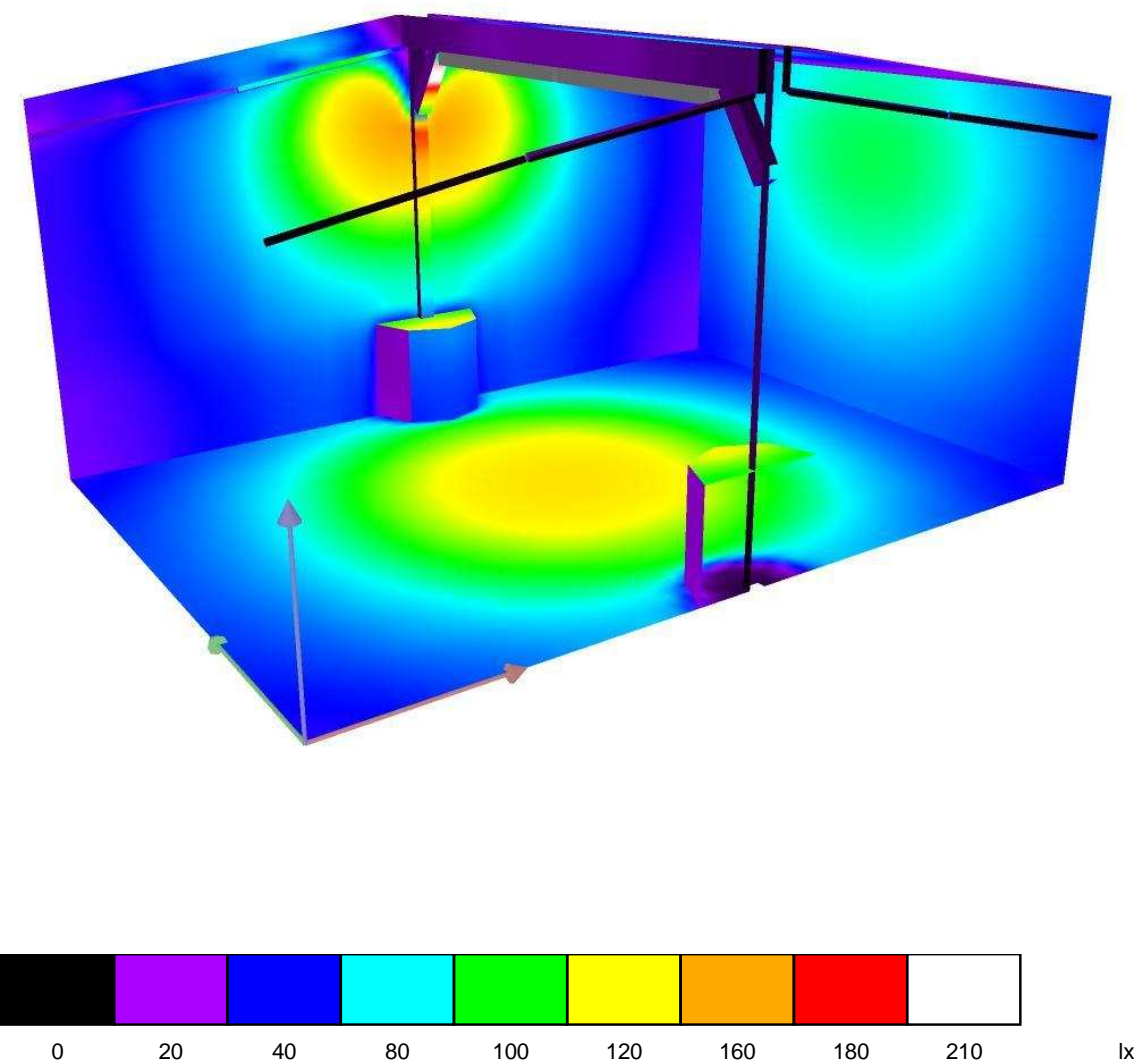
Clasificación luminarias según CIE: 89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 75

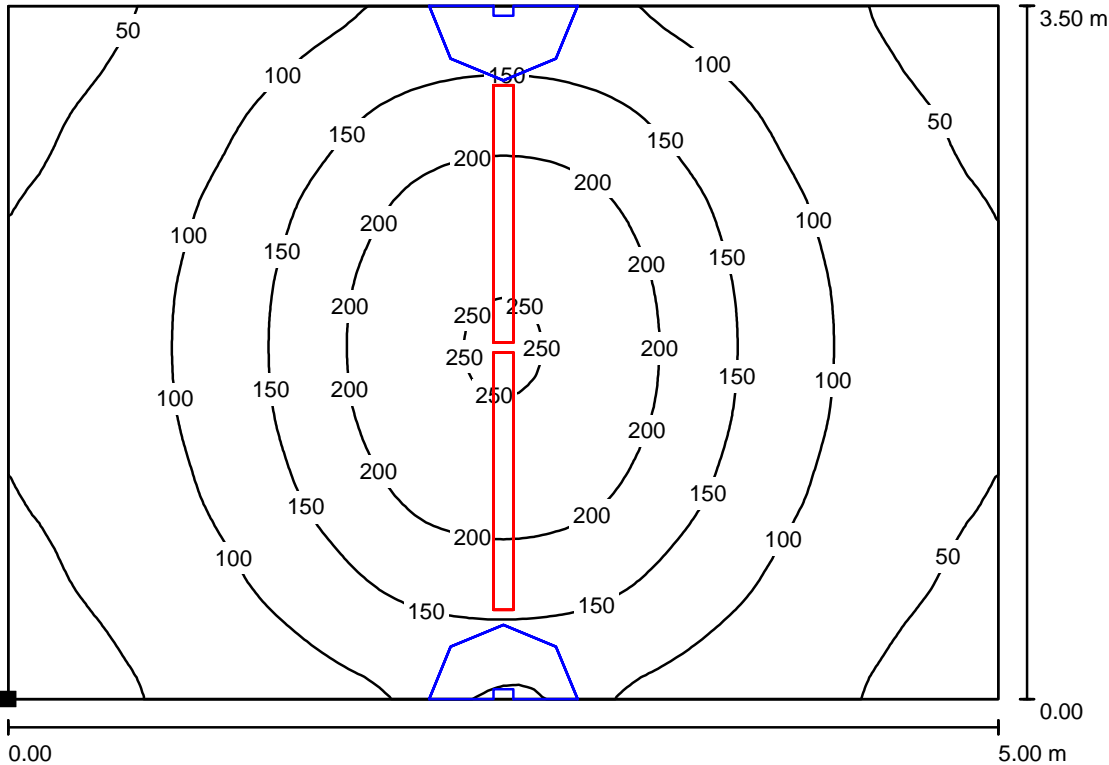
Armamento: 1 x TL-D36W (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
120	33	254	0.28	0.13

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	120	33	254	0.28
Suelo	20	81	5.40	133	0.07
Techos (7)	70	13	0.00	32	/
Paredes (6)	0	64	4.68	163	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830 (1.000)	3350	37
total:			6700	74

Valor de eficiencia energética: 4.23 W/m² = 3.52 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

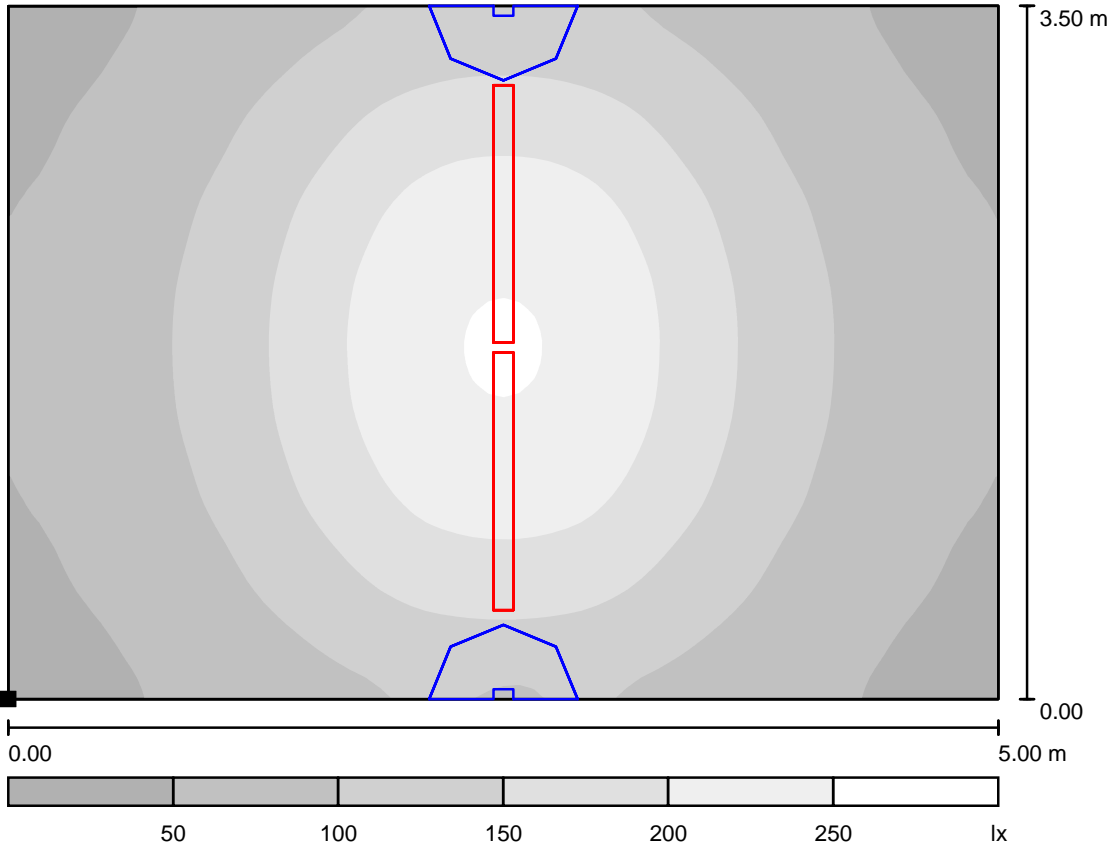
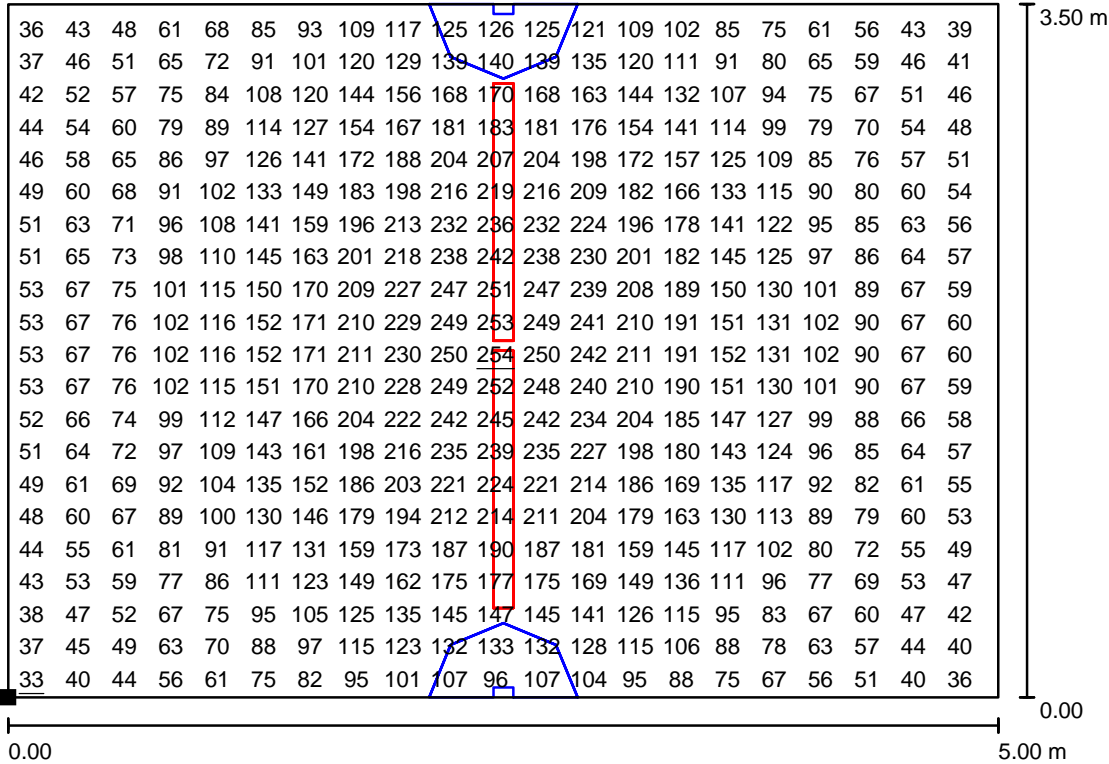


Grafico de valores



10.9 Simulación 2x2x18w LATERAL

Lista de piezas de las luminarias

2Pieza

Philips Pacific TCW095 AC 2xTL-D18W/830

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias:

2700 lm

Potencia de las luminarias: 37 W

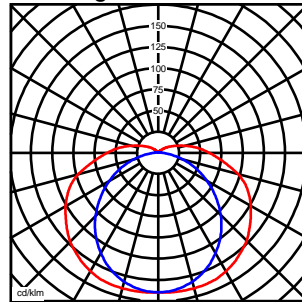
Clasificación luminarias según CIE:

90

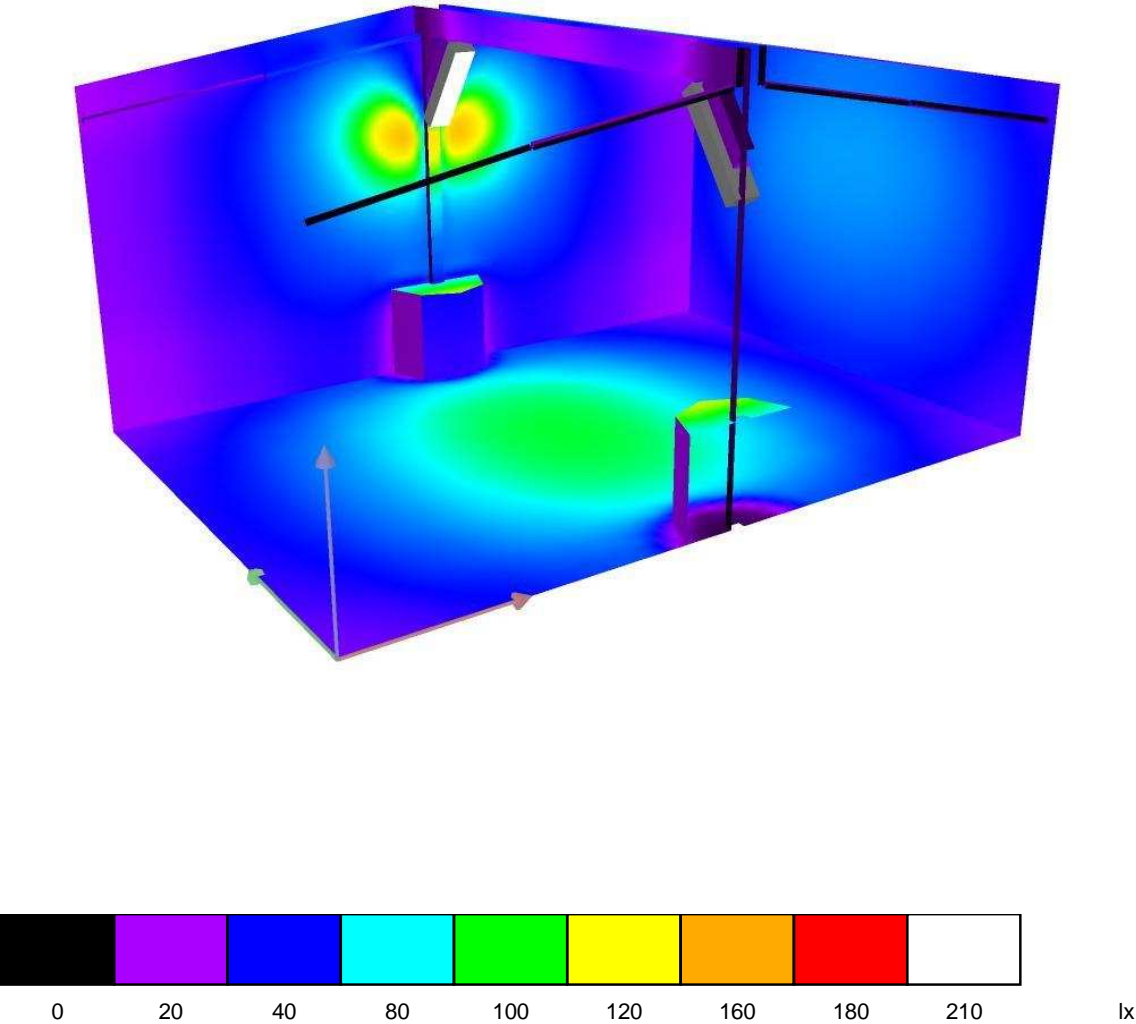
Código CIE Flux: 37 66 87 89 69

Armamento: 2 x TL-D18W (Factor de corrección 1.000).

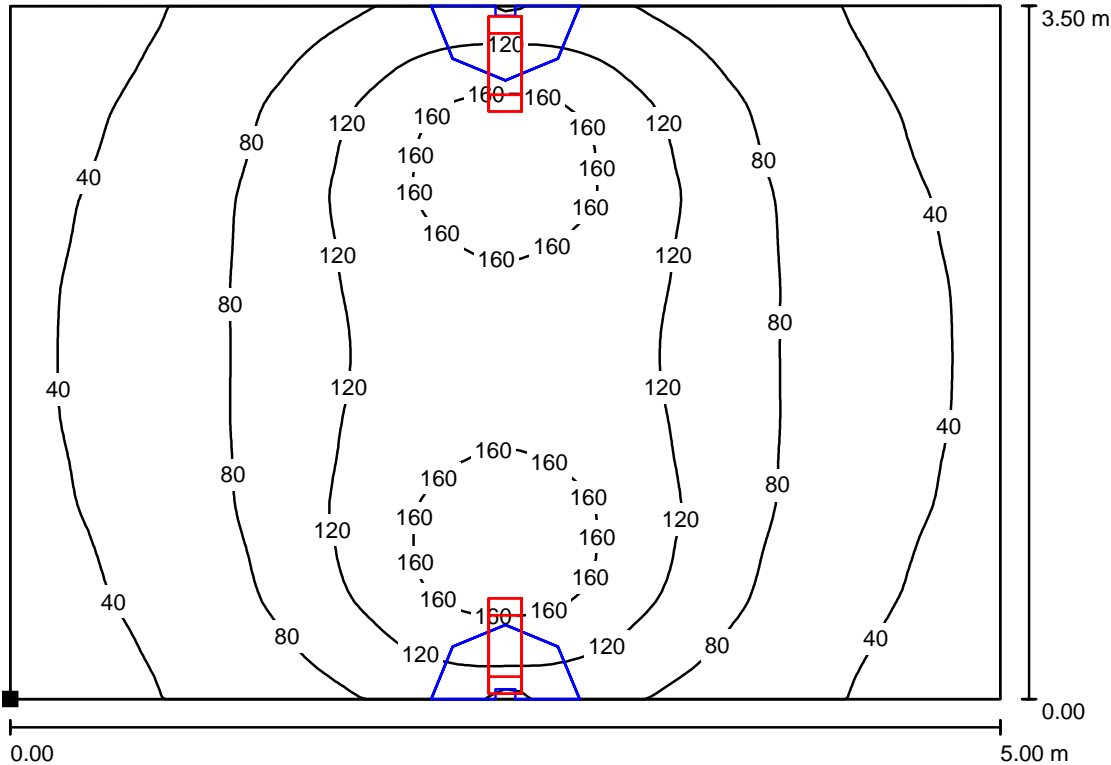
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
88	23	180	0.26	0.13

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	88	23	180	0.26
Suelo	20	59	6.40	96	0.11
Techos (7)	70	45	1.45	347	/
Paredes (6)	0	46	5.01	177	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips Pacific TCW095 AC 2xTL-D18W/830 (1.000)	2700	37
total:			5400	74

Valor de eficiencia energética: 4.23 W/m² = 4.80 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

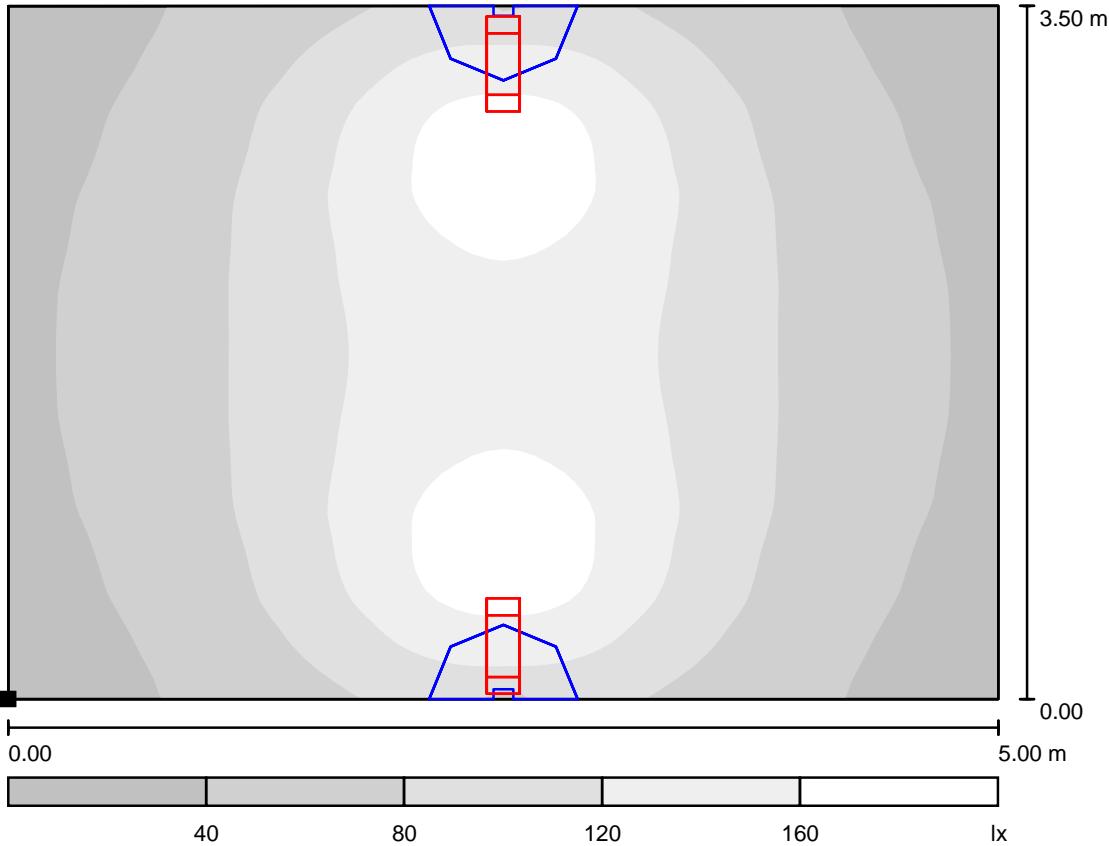
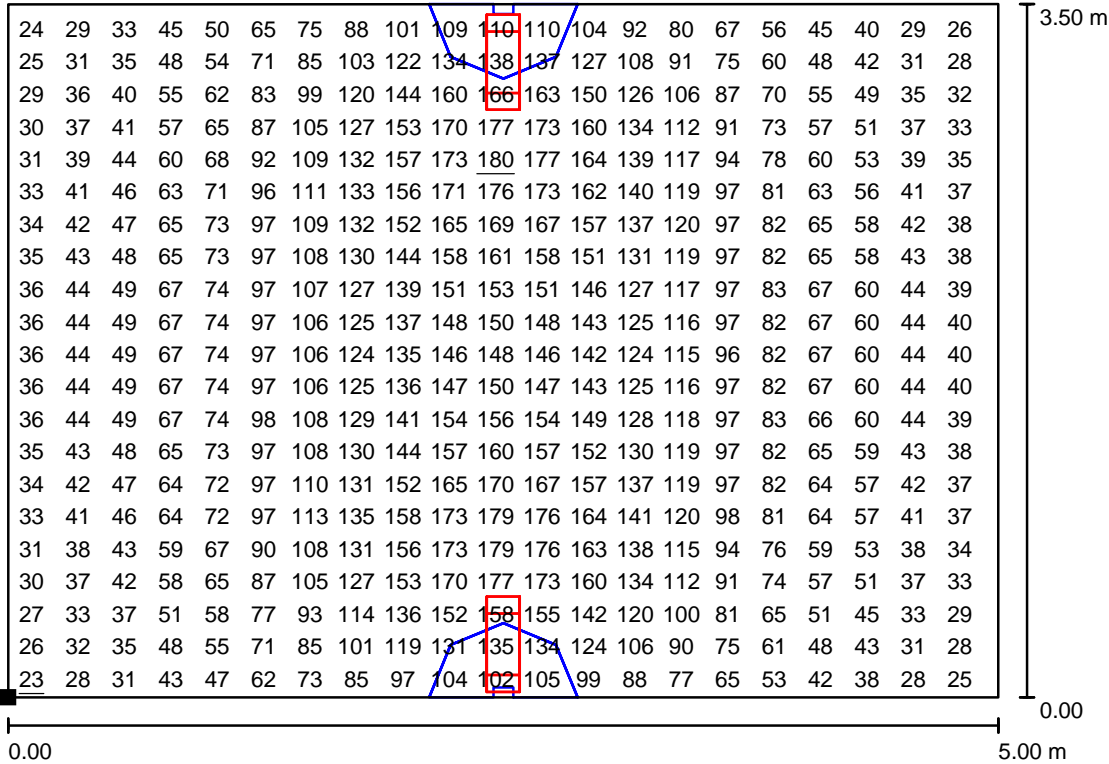


Grafico de valores



10.10 Simulación 2x2x36w

Lista de piezas de las luminarias

2Pieza

Philips Pacific TCW215 2xTL-D36W/830

Nº de artículo:

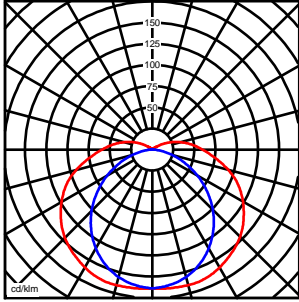
Flujo luminoso de las luminarias: 6700 lm

Potencia de las luminarias: 70 W

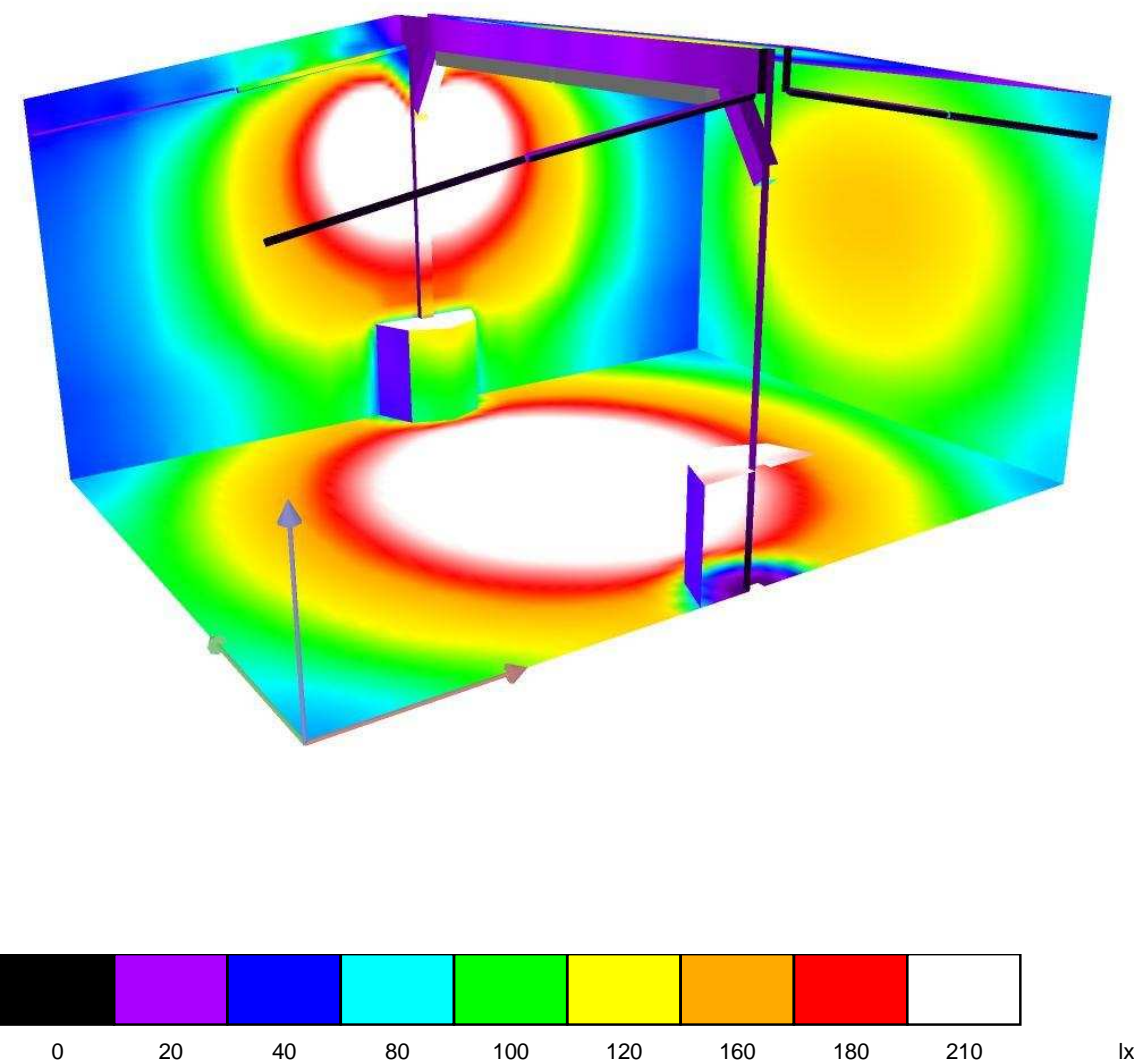
Clasificación luminarias según CIE: 91

Código CIE Flux: 38 67 88 90 67

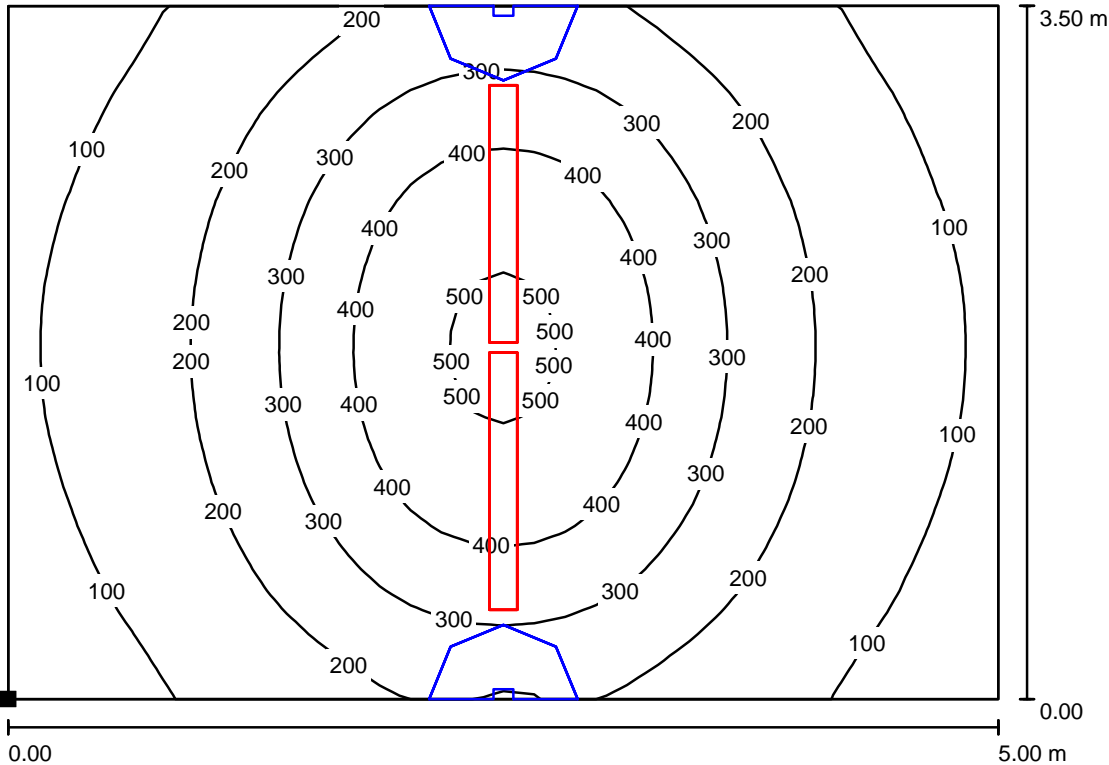
Armamento: 2 x TL-D36W (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 32 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
233	57	520	0.24	0.11

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	233	57	520	0.24
Suelo	20	159	8.99	270	0.06
Techos (7)	70	30	0.00	103	/
Paredes (6)	0	109	8.26	334	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	32 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips Pacific TCW215 2xTL-D36W/830 (1.000)	6700	70
total:			13400	140

Valor de eficiencia energética: 8.00 W/m² = 3.44 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

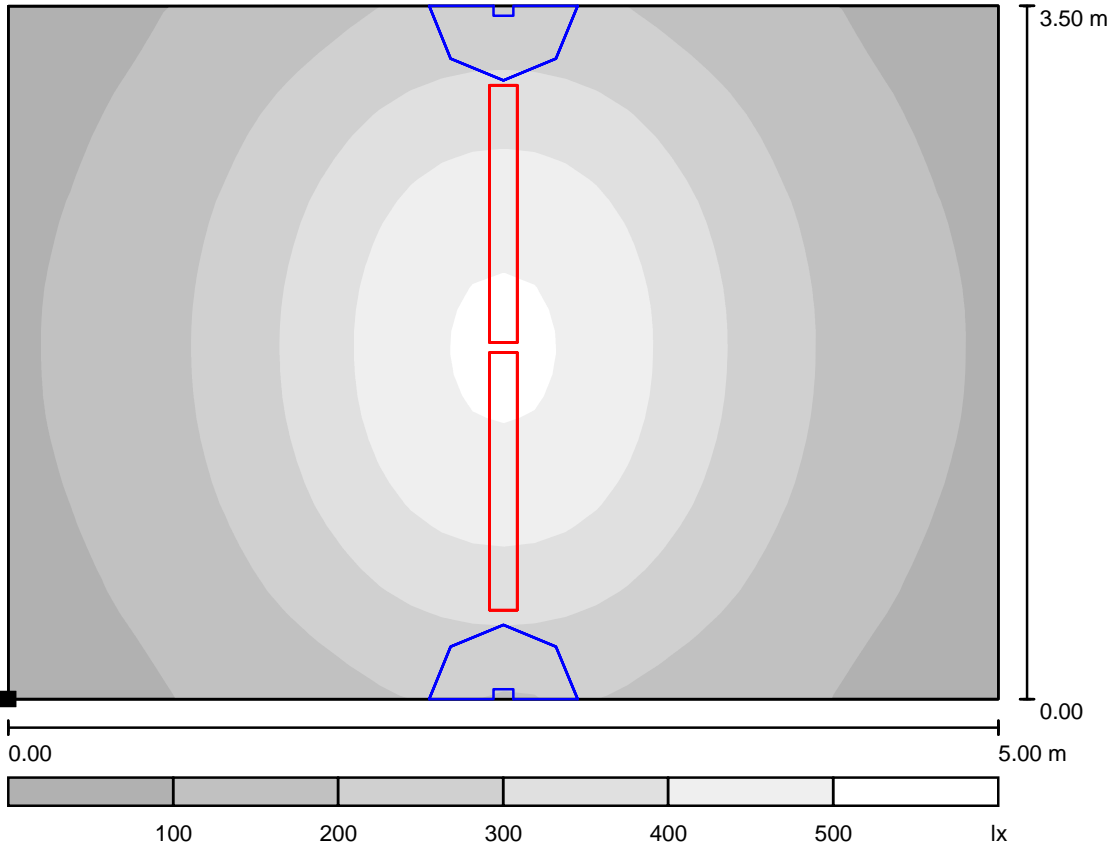
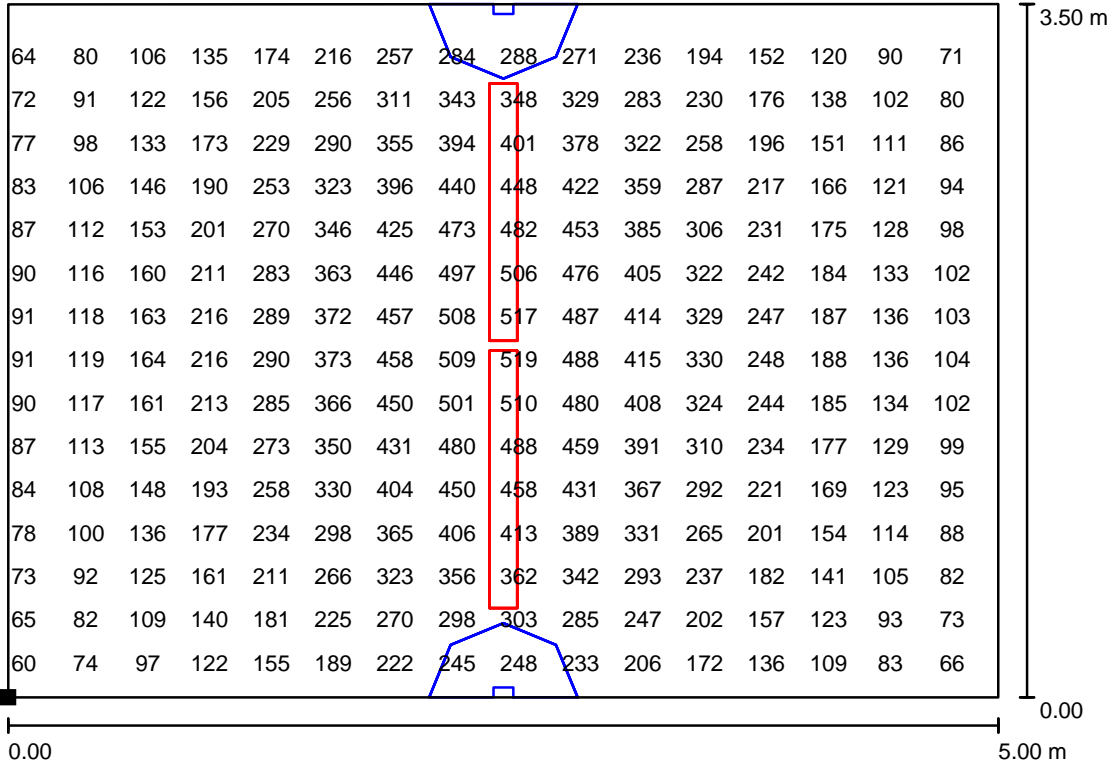


Grafico de valores



10.11 Simulación 3x1x18w

Lista de piezas de las luminarias

3Pieza

Philips Pacific TCW216 1xTL-D18W/830

Nº de artículo:

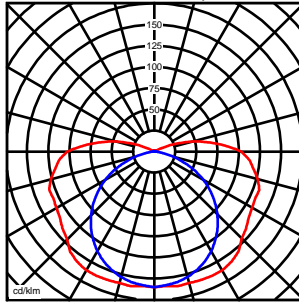
Flujo luminoso de las luminarias: 1350 lm

Potencia de las luminarias: 19 W

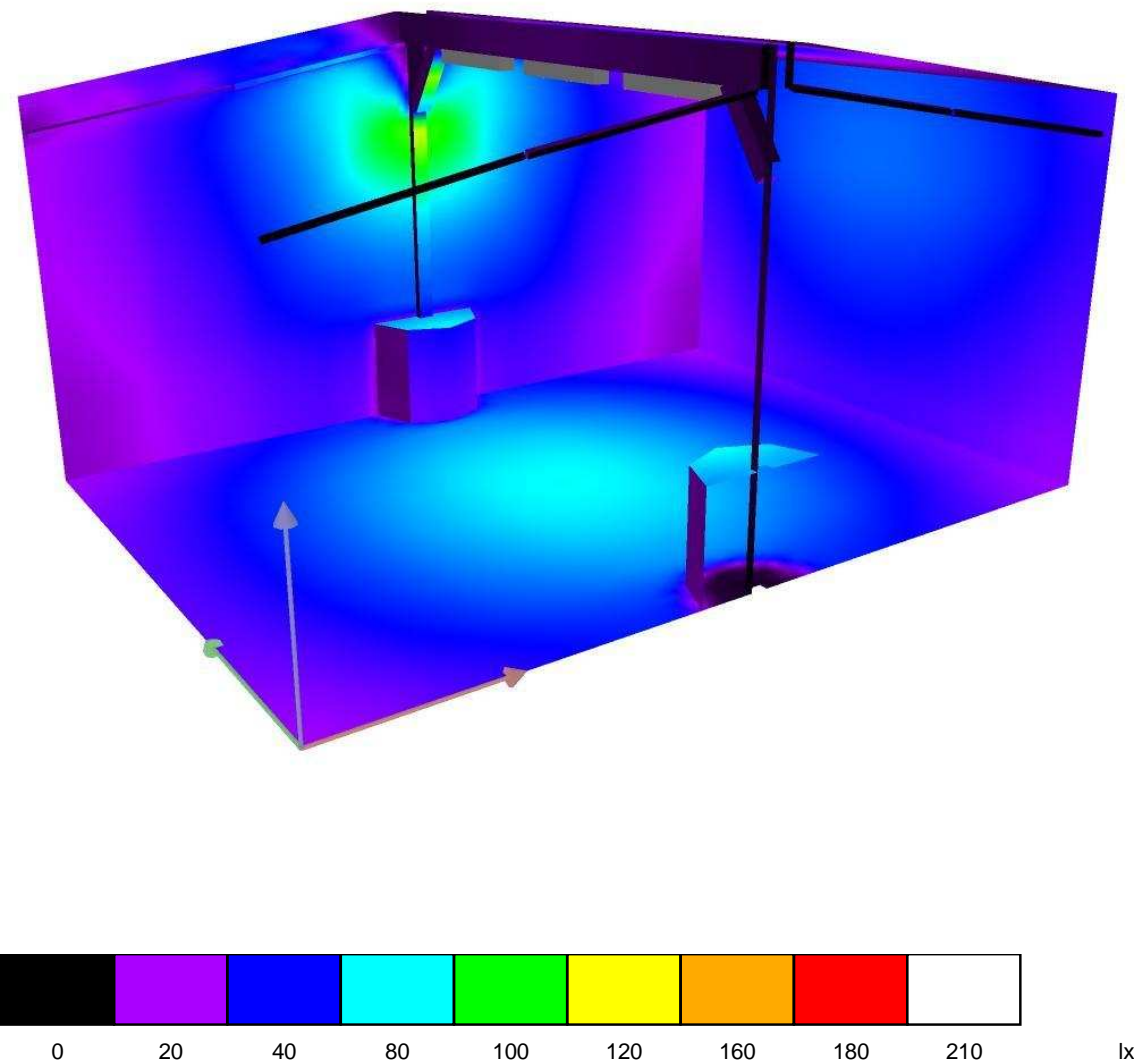
Clasificación luminarias según CIE: 89

Código CIE Flux: 34 62 83 89 74

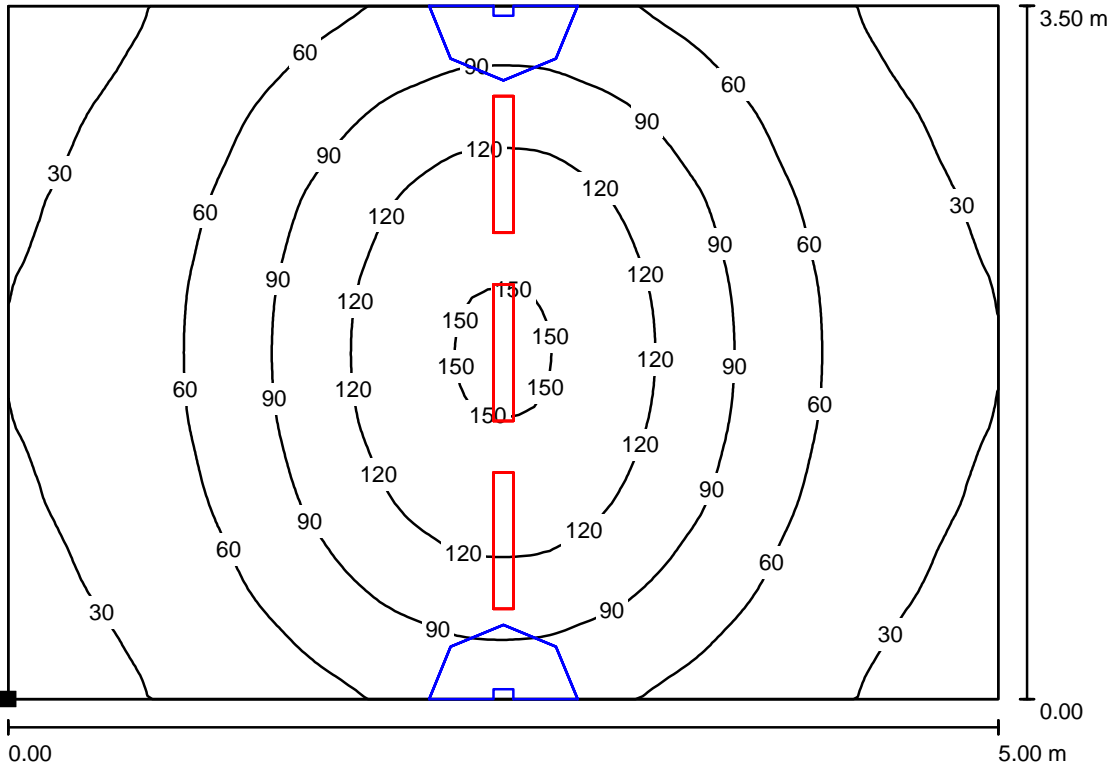
Armamento: 1 x TL-D18W (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
72	19	153	0.27	0.13

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	72	19	153	0.27
Suelo	20	49	2.95	80	0.06
Techos (7)	70	8.17	0.00	26	/
Paredes (6)	0	39	2.81	105	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips Pacific TCW216 1xTL-D18W/830 (1.000)	1350	19
total:			4050	57

Valor de eficiencia energética: 3.26 W/m² = 4.53 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

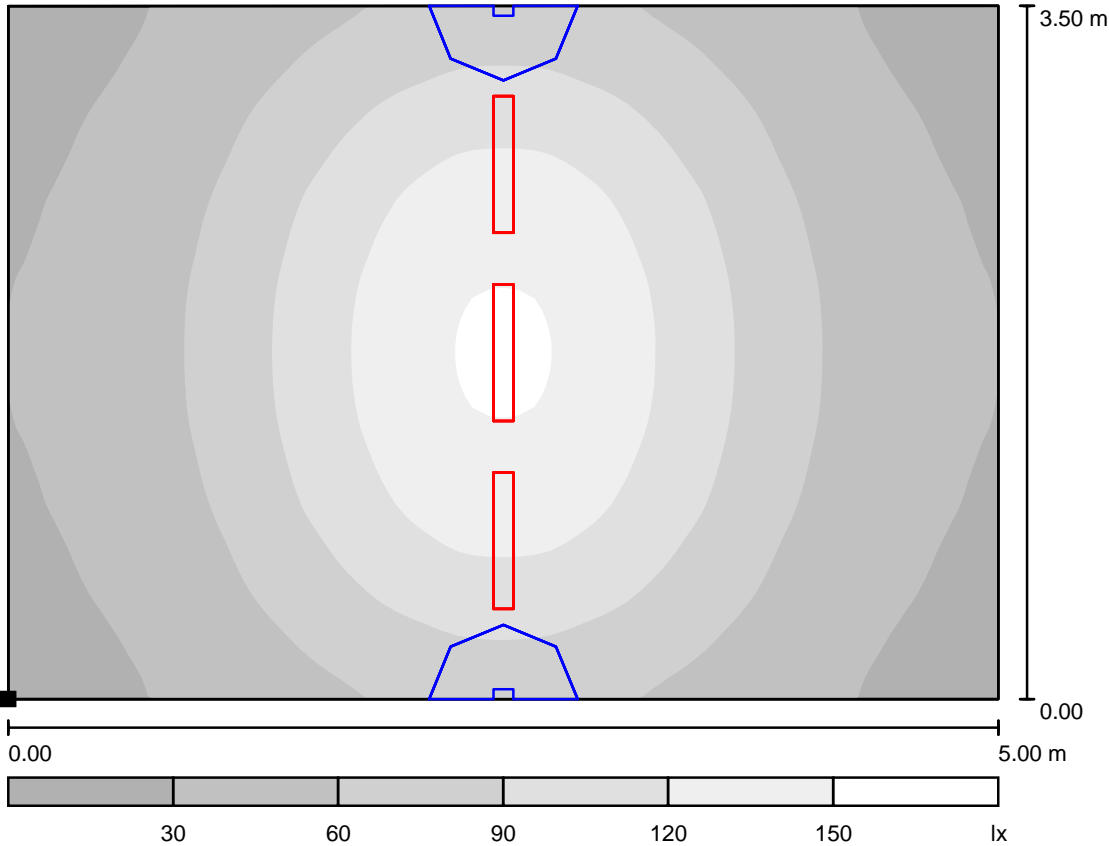
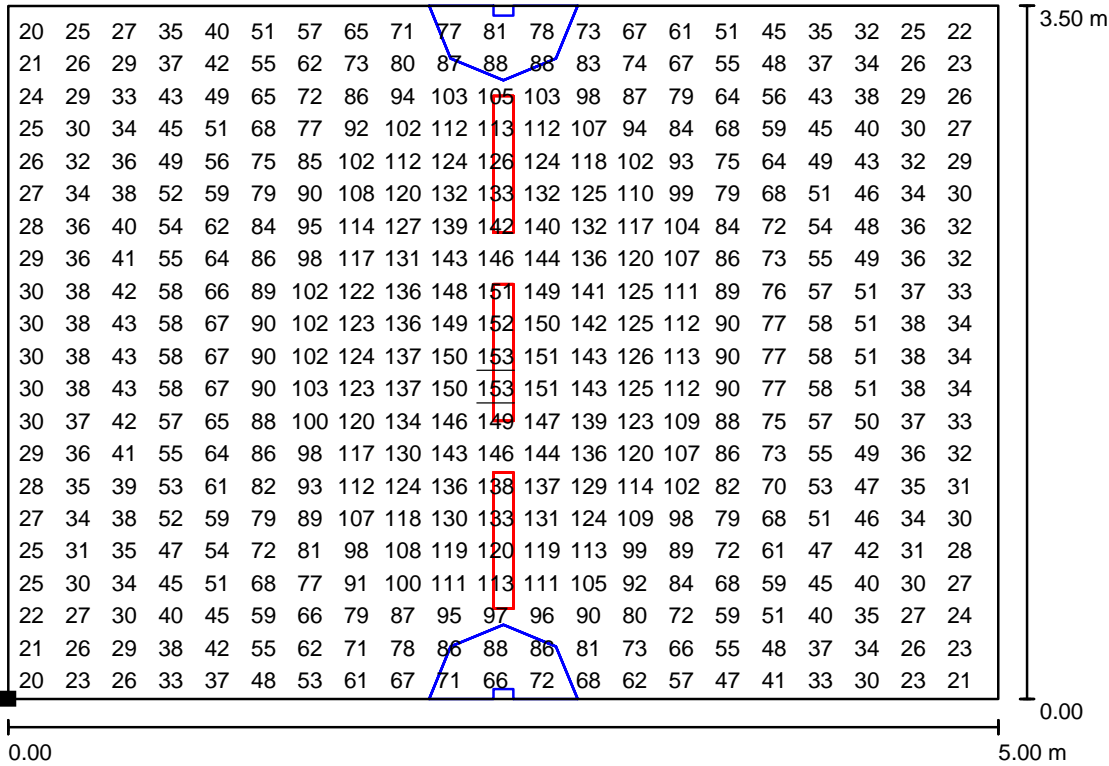


Grafico de valores



10.12 Simulación 4x2x18w lateral

Lista de piezas de las luminarias

4Pieza

Philips Pacific TCW215 1xTL-D18W/830

Nº de artículo:

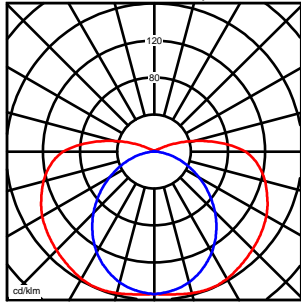
Flujo luminoso de las luminarias: 1350 lm

Potencia de las luminarias: 19 W

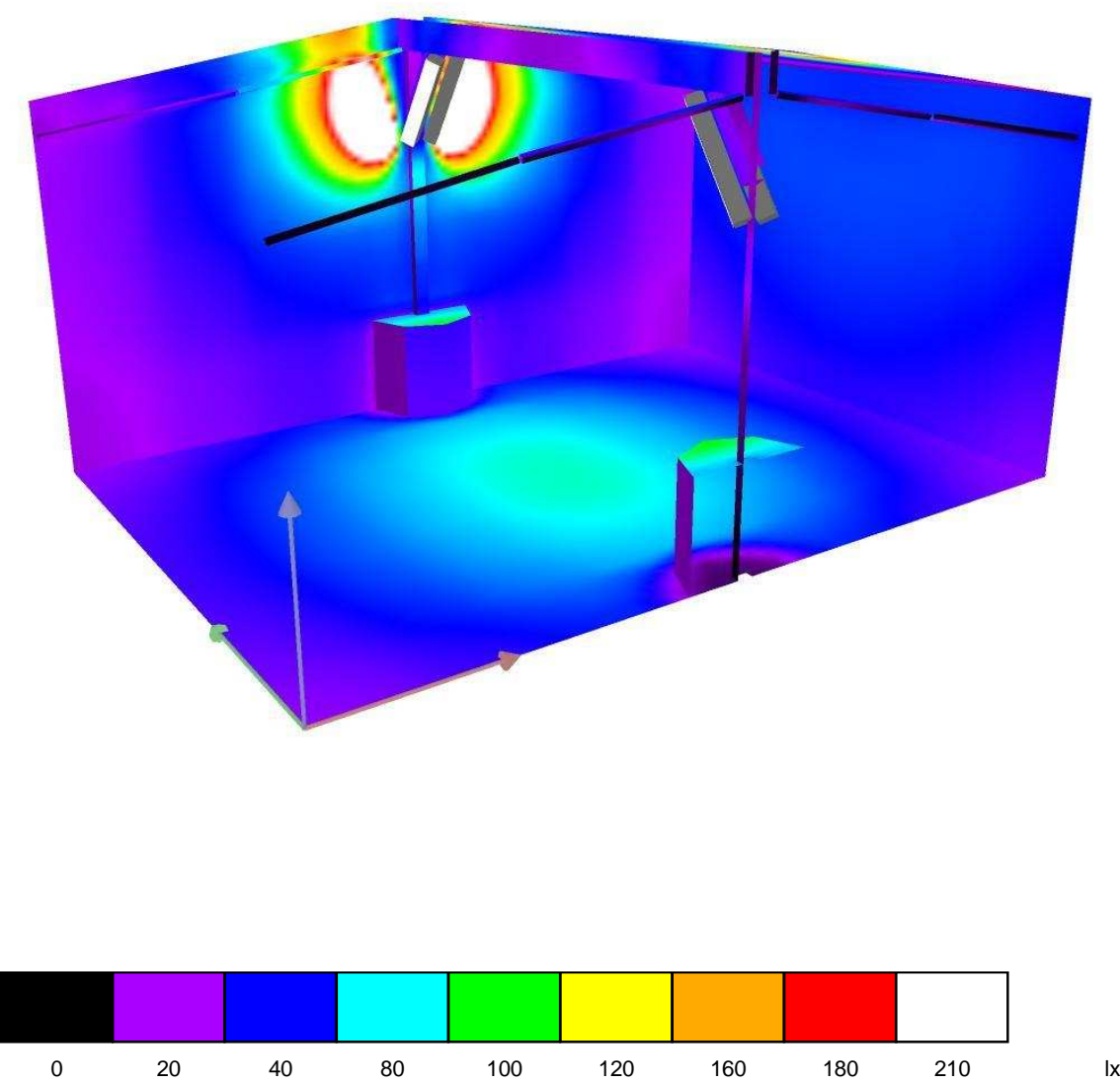
Clasificación luminarias según CIE: 89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 73

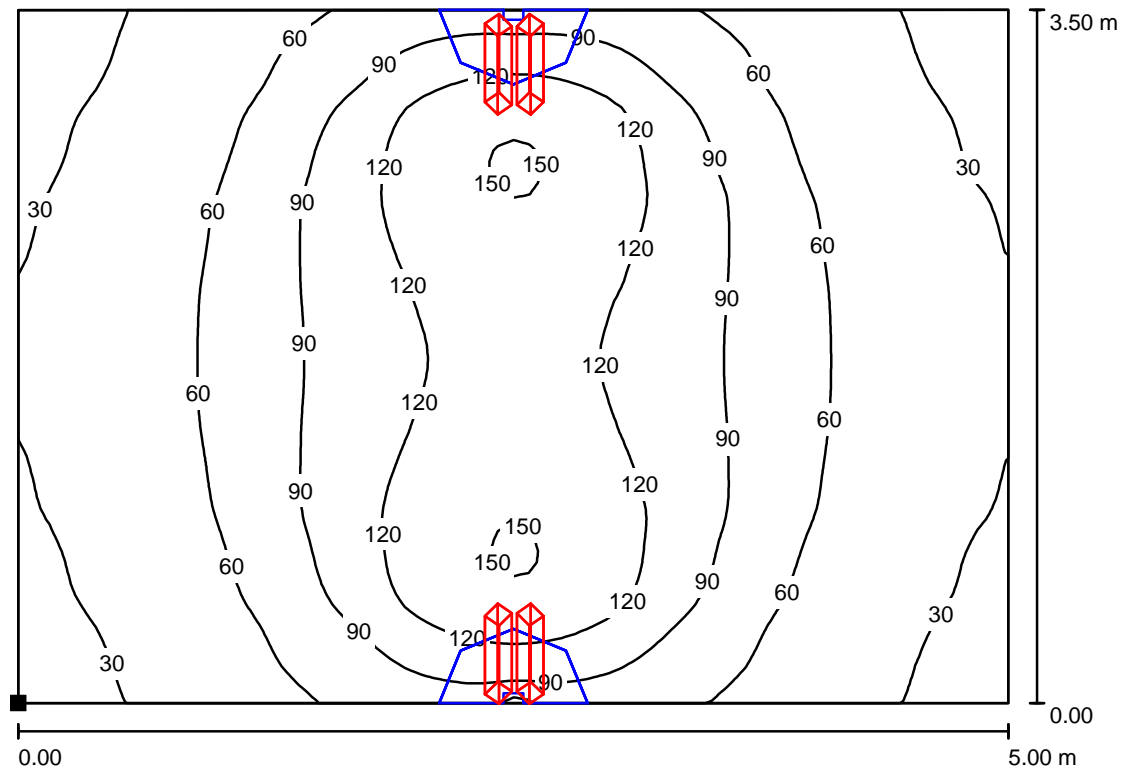
Armamento: 1 x TL-D18W (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
76	23	153	0.30	0.15

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	76	23	153	0.30
Suelo	20	51	7.81	85	0.15
Techos (7)	70	38	4.40	168	/
Paredes (6)	0	50	5.16	875	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	4	Philips Pacific TCW215 1xTL-D18W/830 (1.000)	1350	19
total:			5400	76

Valor de eficiencia energética: $4.34 \text{ W/m}^2 = 5.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.50 m^2)

Gama de grises

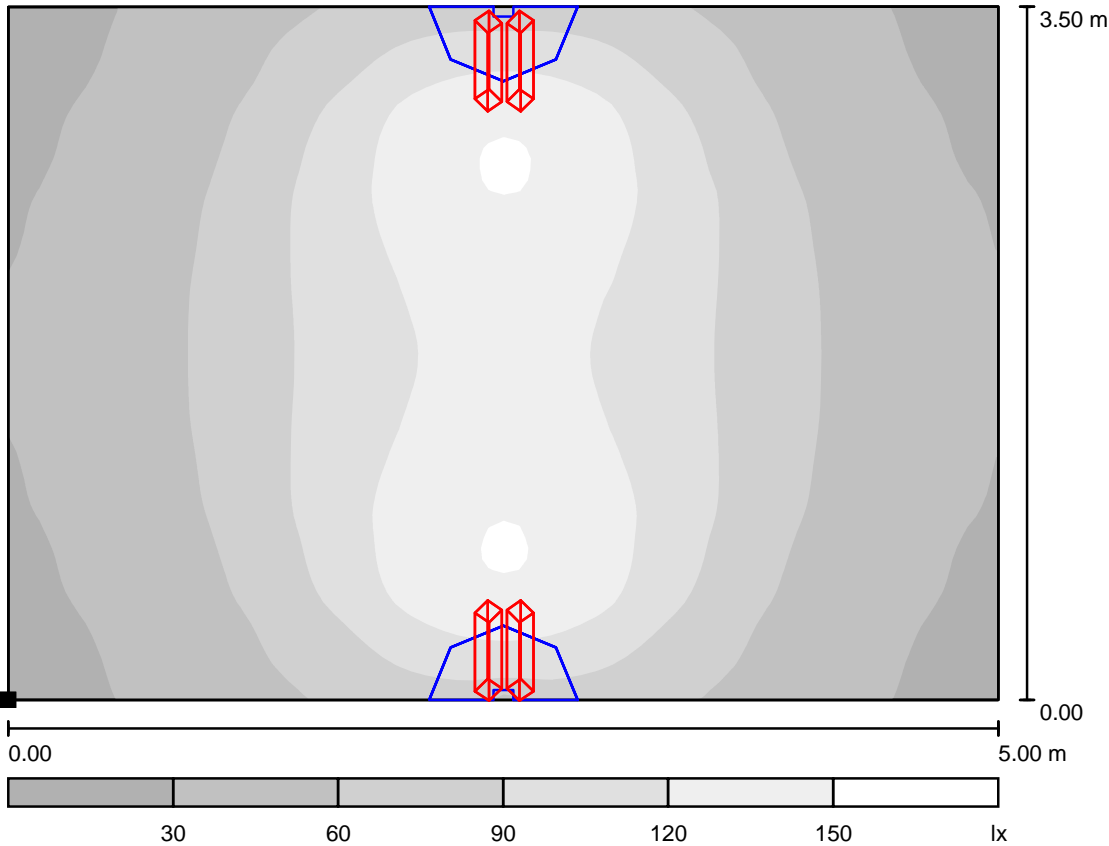
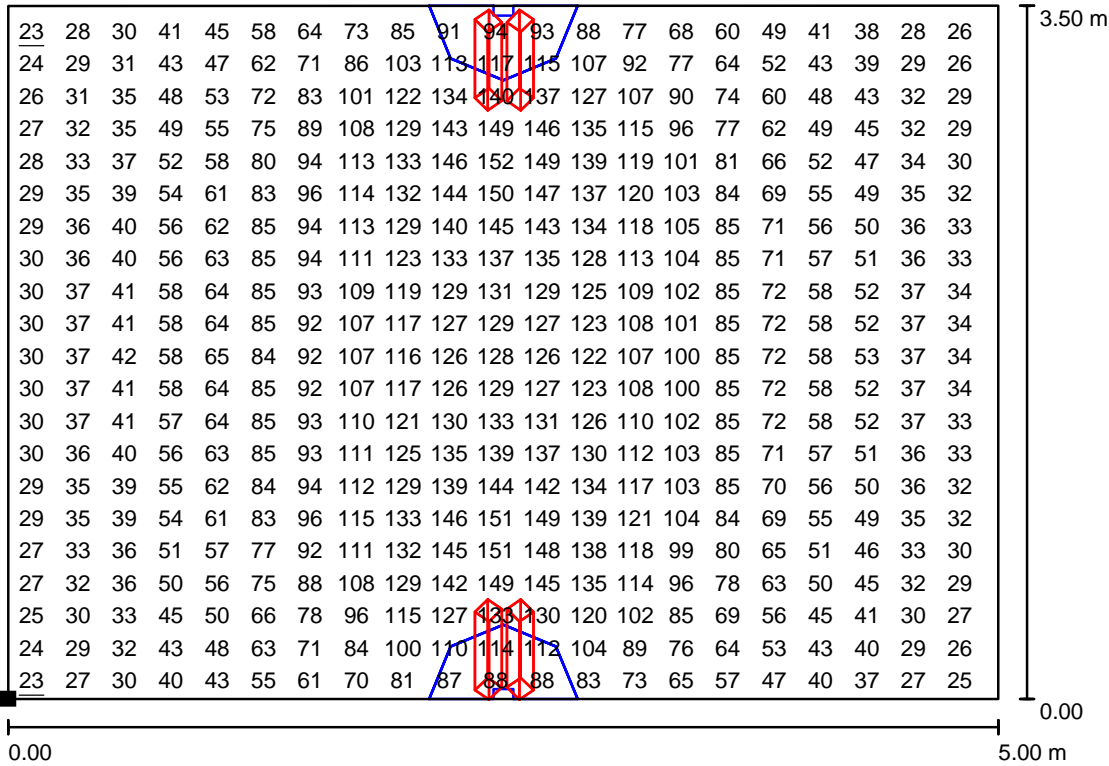


Grafico de valores



10.13 Simulación 6x2x11w

Lista de piezas de las luminarias

6Pieza

OSRAM GmbH 73050 OSRAM DULUX® CARRÉ 2x11 W

Nº de artículo: 73050

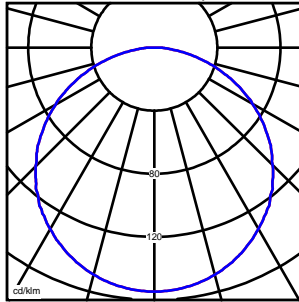
Flujo luminoso de las luminarias: 1800 lm

Potencia de las luminarias: 29 W

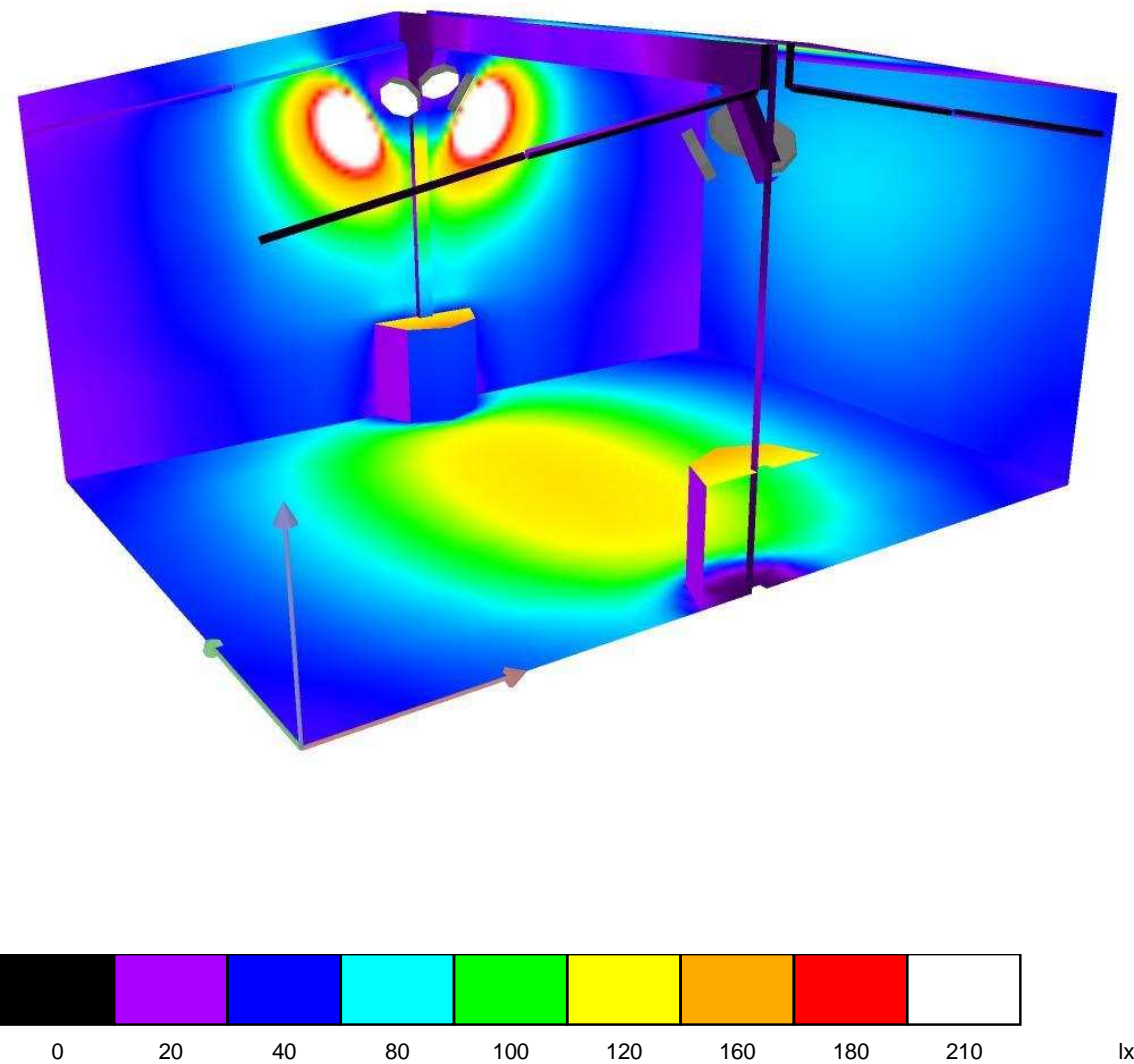
Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 45 77 94 100 46

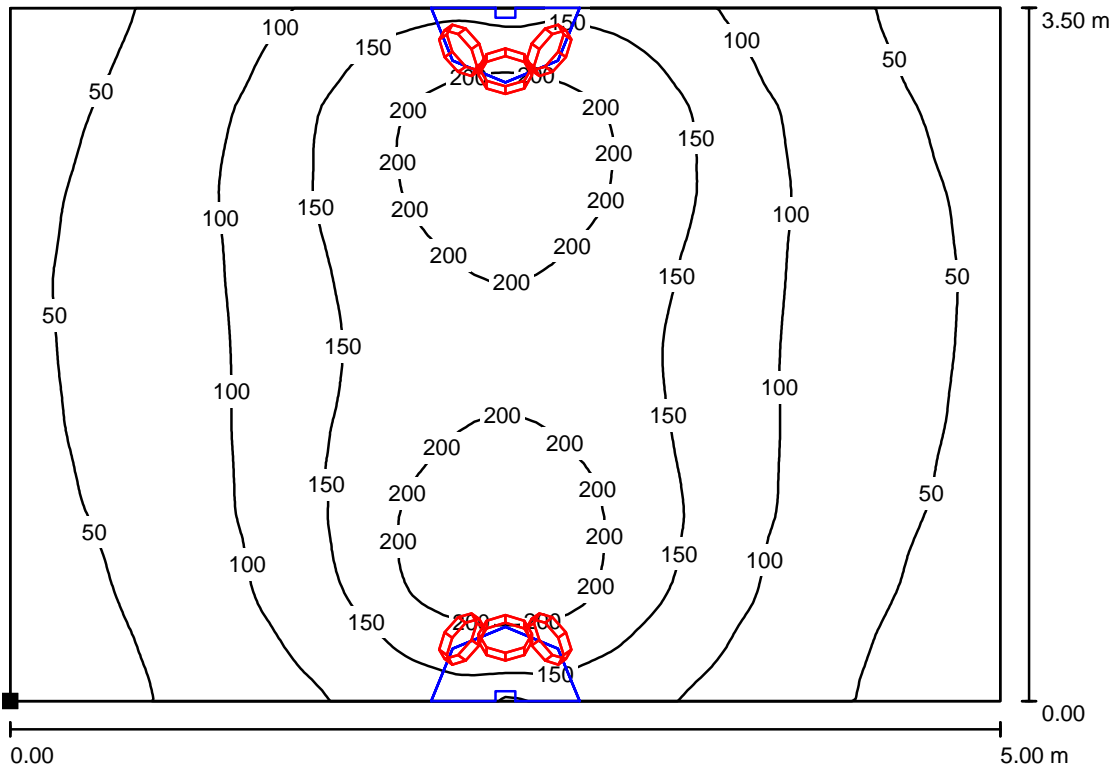
Armamento: 2 x DULUX® S 11 W/41-827 (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
115	29	234	0.25	0.13

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	115	29	234	0.25
Suelo	20	79	7.27	132	0.09
Techos (7)	70	27	0.00	122	/
Paredes (6)	0	58	6.06	417	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	6	OSRAM GmbH 73050 OSRAM DULUX® CARRÉ 2x11 W (1.000)	1800	29
total:			10800	174

Valor de eficiencia energética: 9.94 W/m² = 8.61 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

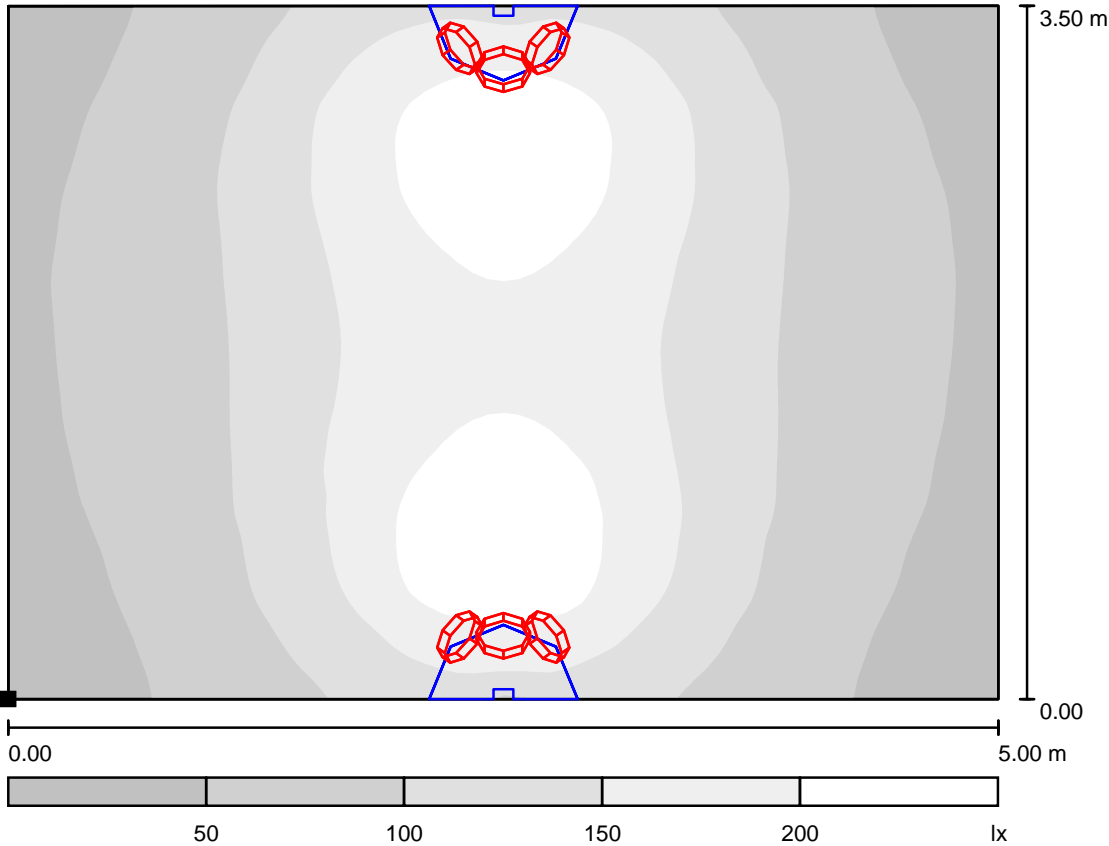
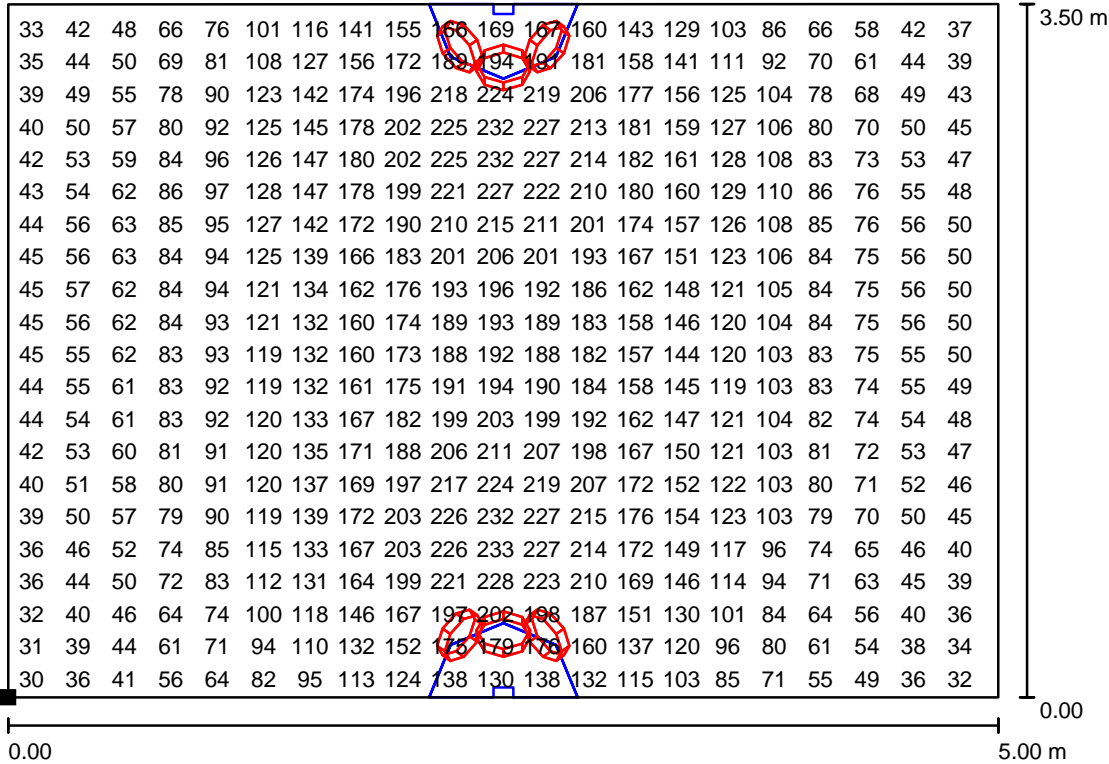


Grafico de valores



10.14 Simulación 6x2x11w 55°

Lista de piezas de las luminarias

6Pieza

OSRAM GmbH 73050 OSRAM DULUX® CARRÉ 2x11 W

Nº de artículo: 73050

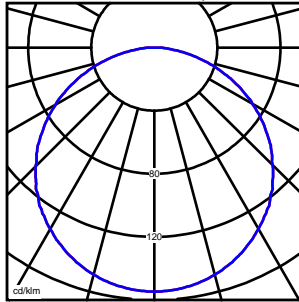
Flujo luminoso de las luminarias: 1800 lm

Potencia de las luminarias: 29 W

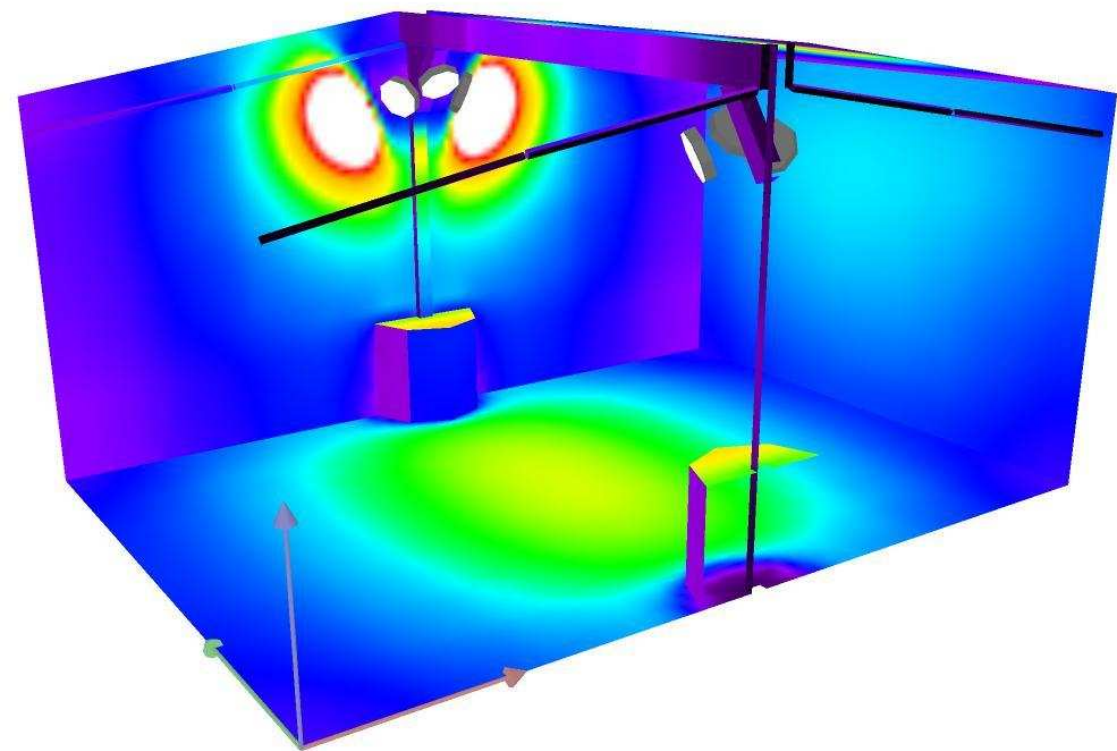
Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 45 77 94 100 46

Armamento: 2 x DULUX® S 11 W/41-827 (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



0

20

40

80

100

120

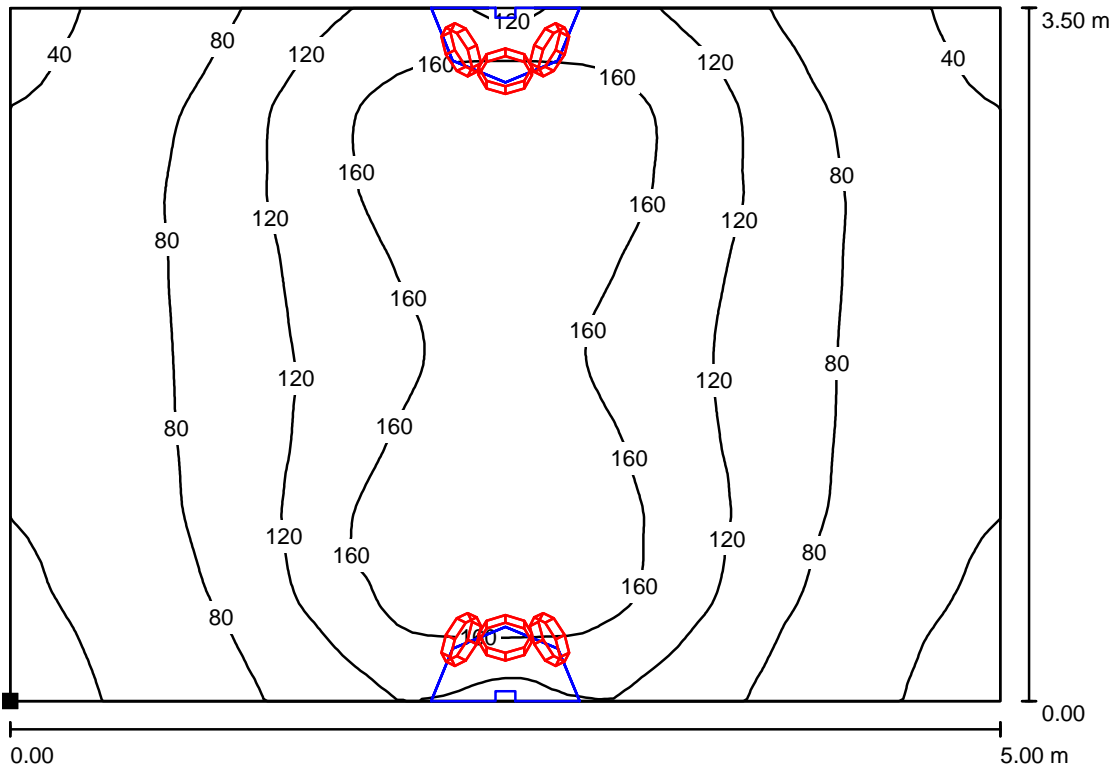
160

180

210

lx

Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
108	31	201	0.29	0.15

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	108	31	201	0.29
Suelo	20	74	7.86	117	0.11
Techos (7)	70	25	0.00	121	/
Paredes (6)	0	61	6.04	596	/

Plano útil:

Altura:	.850 m
Trama:	4 x 64 Puntos
Zona marginal:	.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	6	OSRAM GmbH 73050 OSRAM DULUX® CARRÉ 2x11 W (1.000)	1800	29
total:			10800	174

Valor de eficiencia energética: 9.94 W/m² = 9.21 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

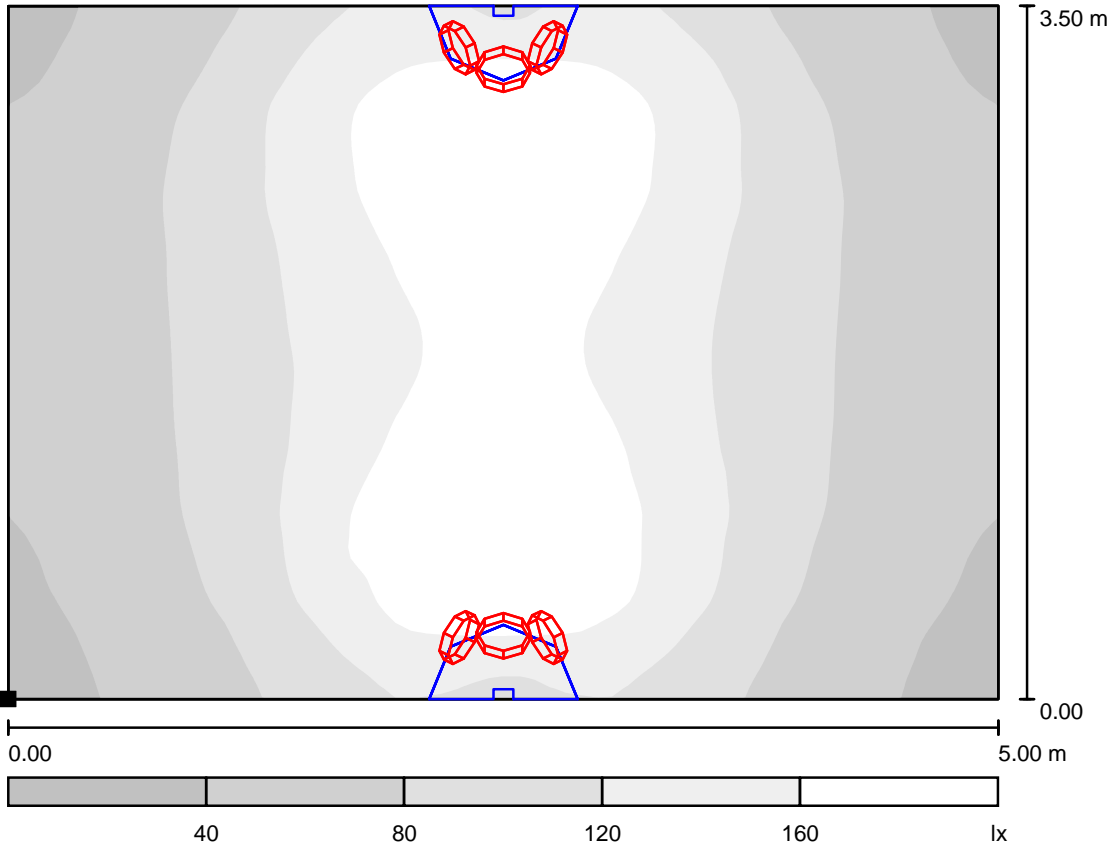
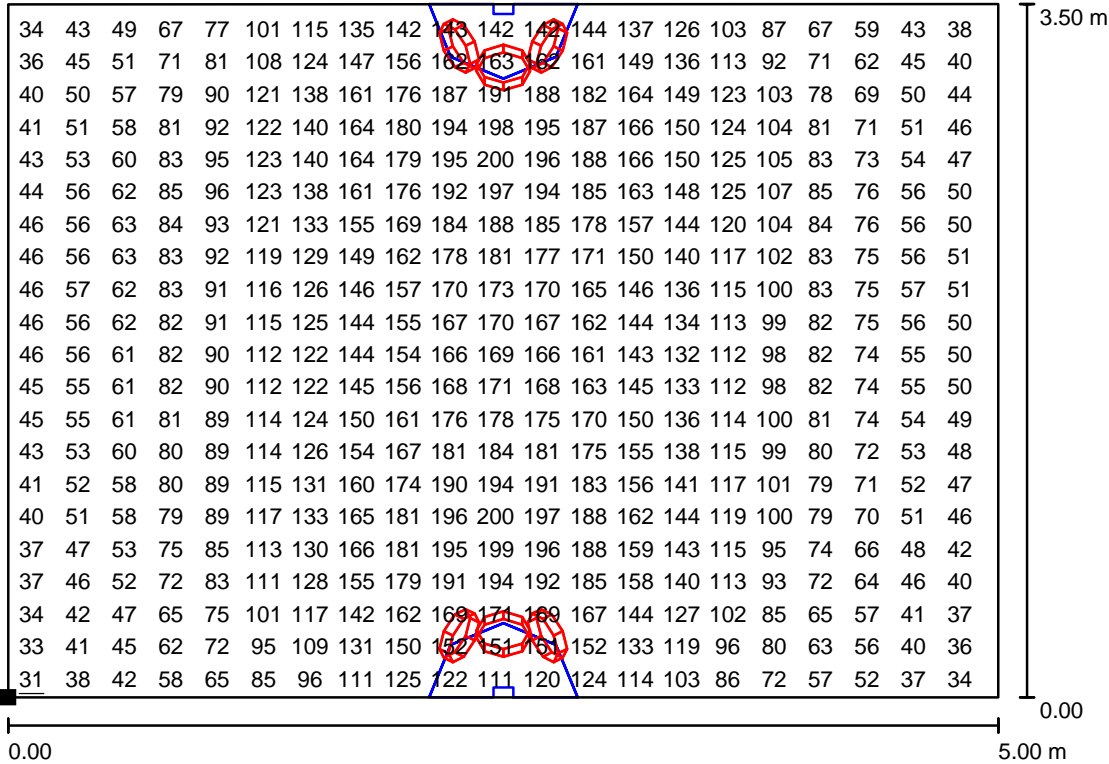


Grafico de valores



10.15 Simulación 6x2x11w 70°

Lista de piezas de las luminarias

6Pieza

OSRAM GmbH 73050 OSRAM DULUX® CARRÉ 2x11 W

Nº de artículo: 73050

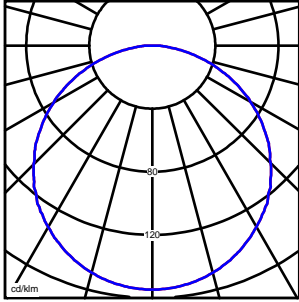
Flujo luminoso de las luminarias: 1800 lm

Potencia de las luminarias: 29 W

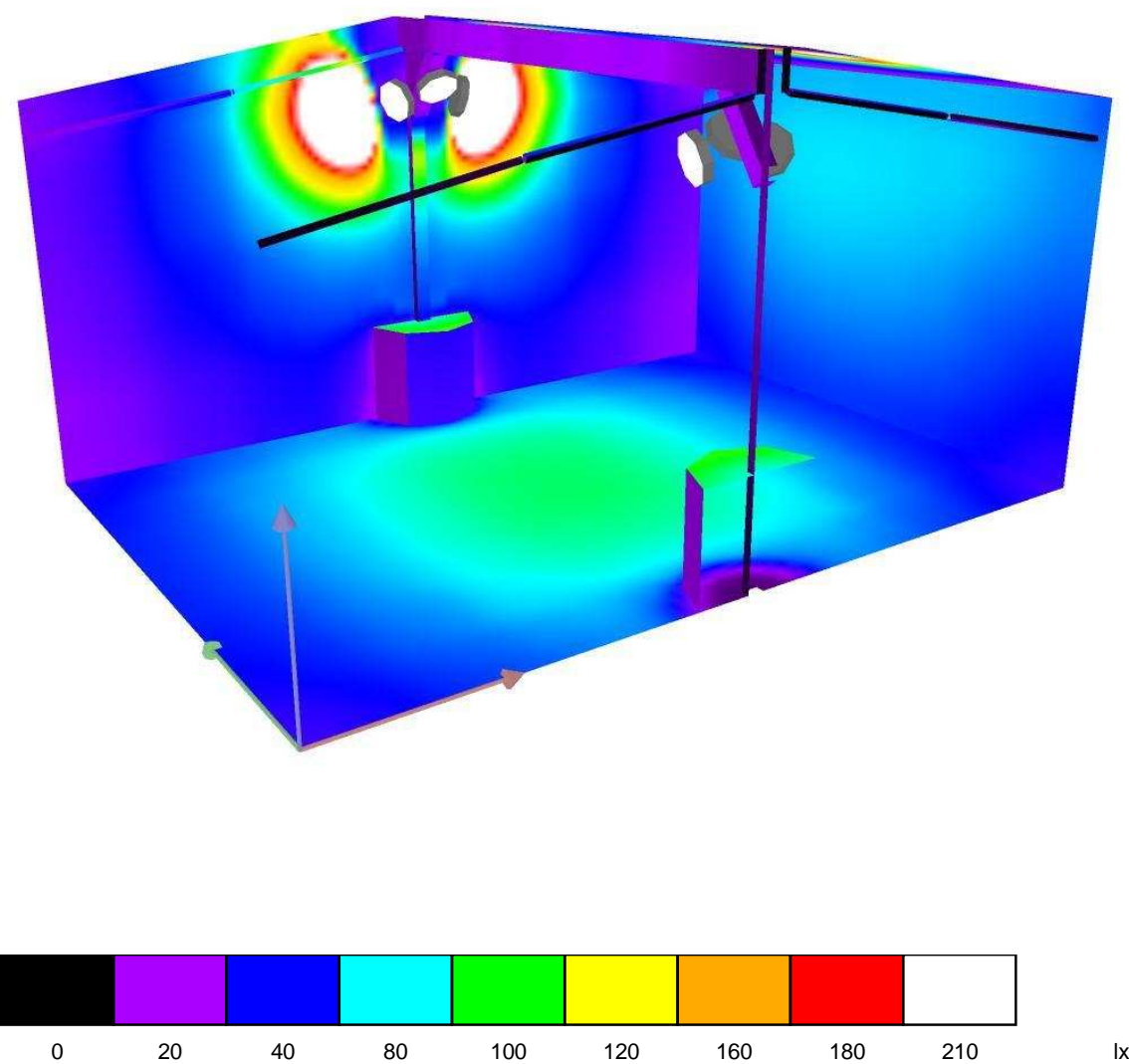
Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 45 77 94 100 46

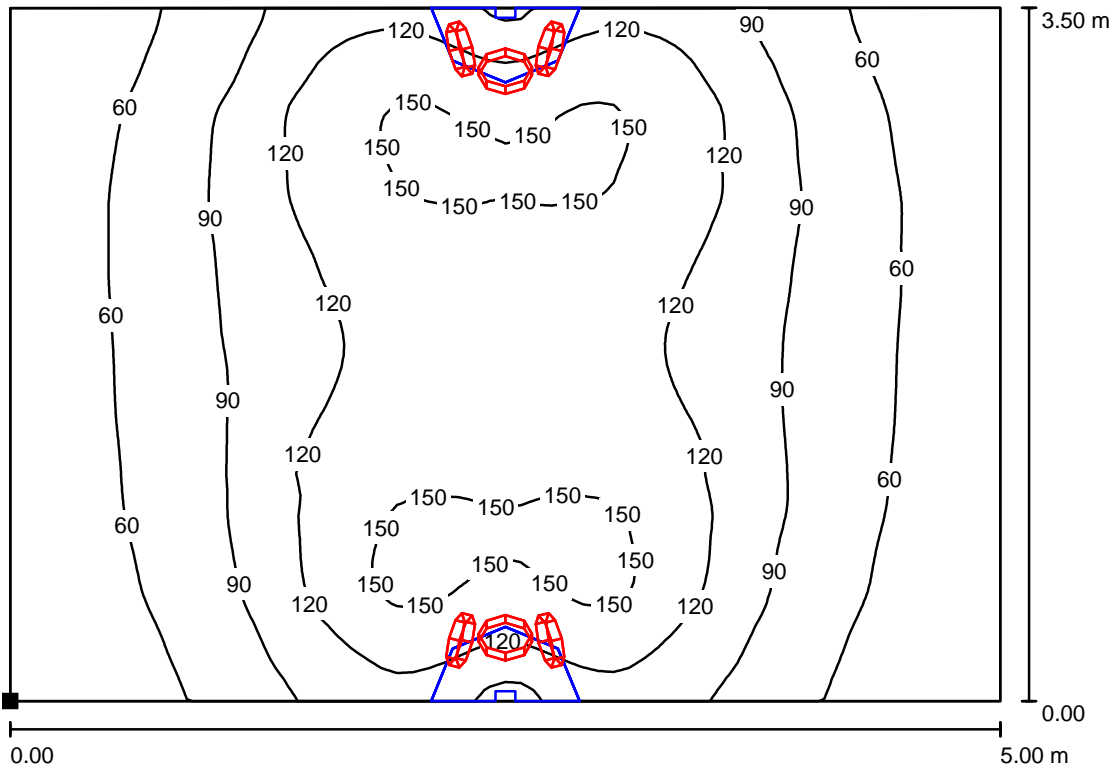
Armamento: 2 x DULUX® S 11 W/41-827 (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
97	32	157	0.33	0.20

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	97	32	157	0.33
Suelo	20	65	8.81	92	0.14
Techos (7)	70	23	0.00	119	/
Paredes (6)	0	63	5.96	992	/

Plano útil:

Altura:	.850 m
Trama:	4 x 64 Puntos
Zona marginal:	.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	6	OSRAM GmbH 73050 OSRAM DULUX® CARRÉ 2x11 W (1.000)	1800	29
total:			10800	174

Valor de eficiencia energética: 9.94 W/m² = 10.30 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

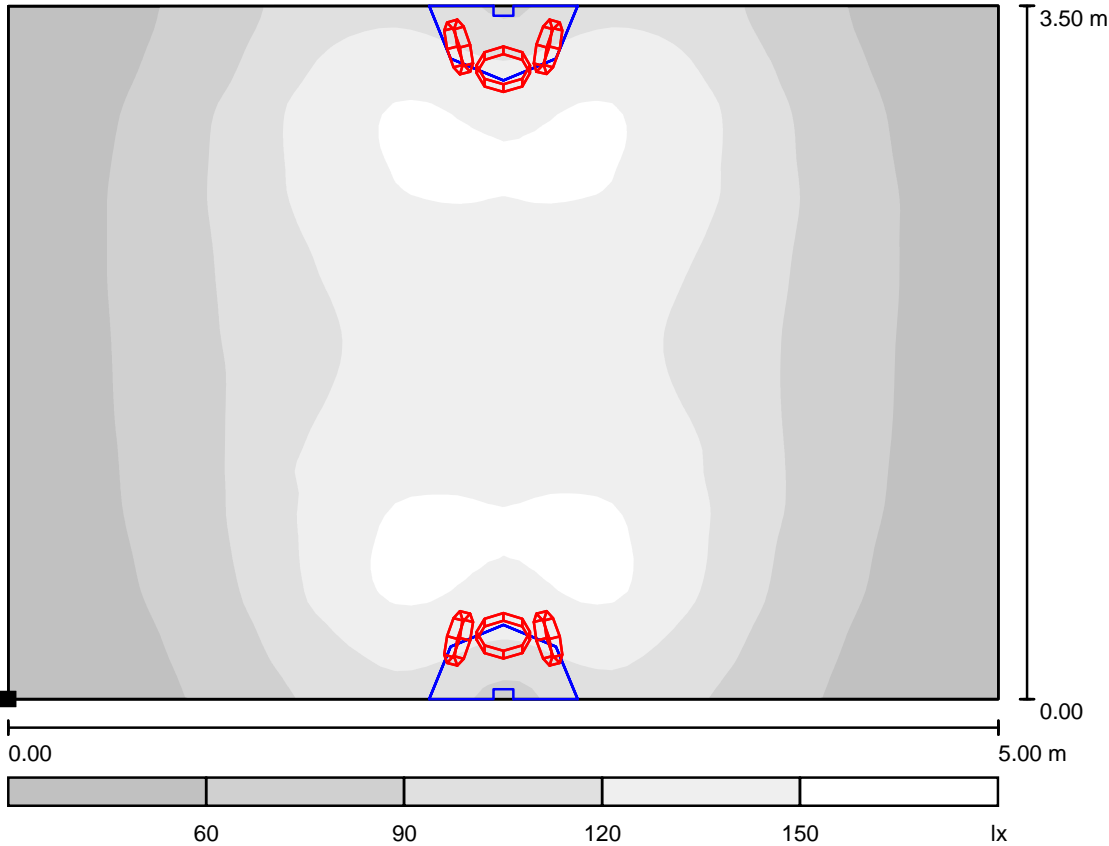
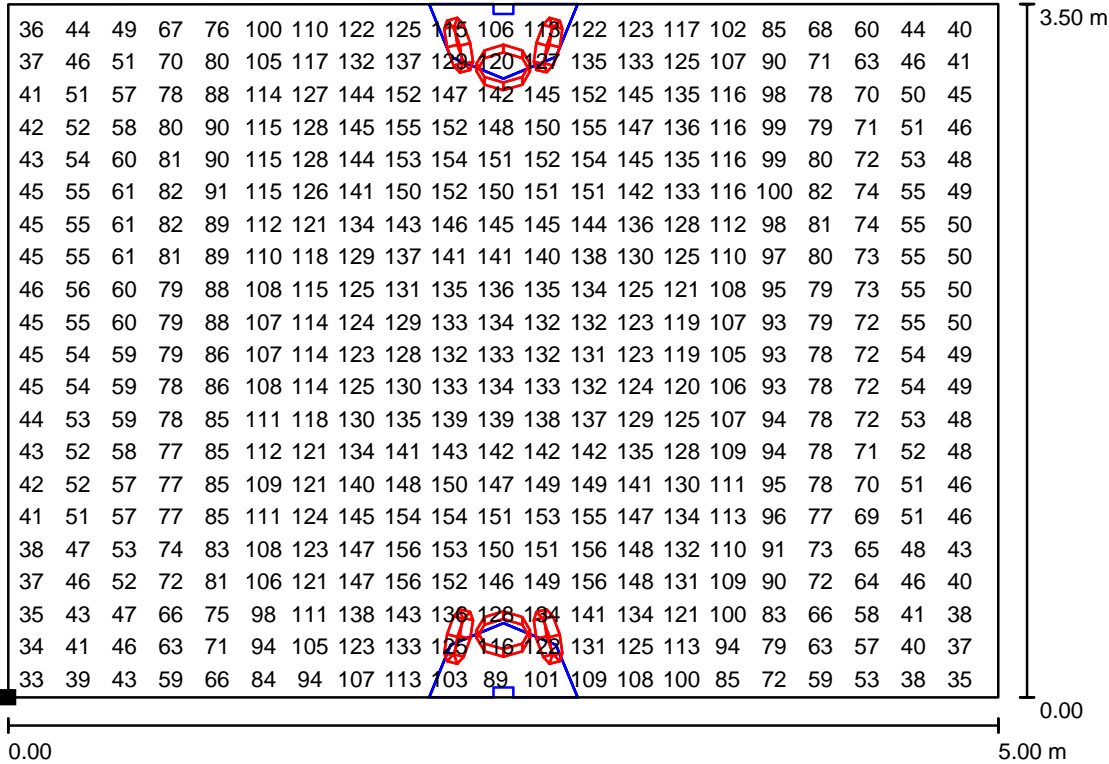


Grafico de valores



10.16 Simulación 10 spot led 100lm

Lista de piezas de las luminarias

Pieza

10

Philips Spot LED BBG400 MB
1xLXK2-P14-U00

Nº de artículo:

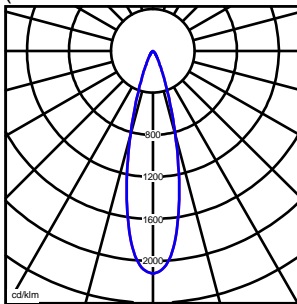
Flujo luminoso de las luminarias:
100 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

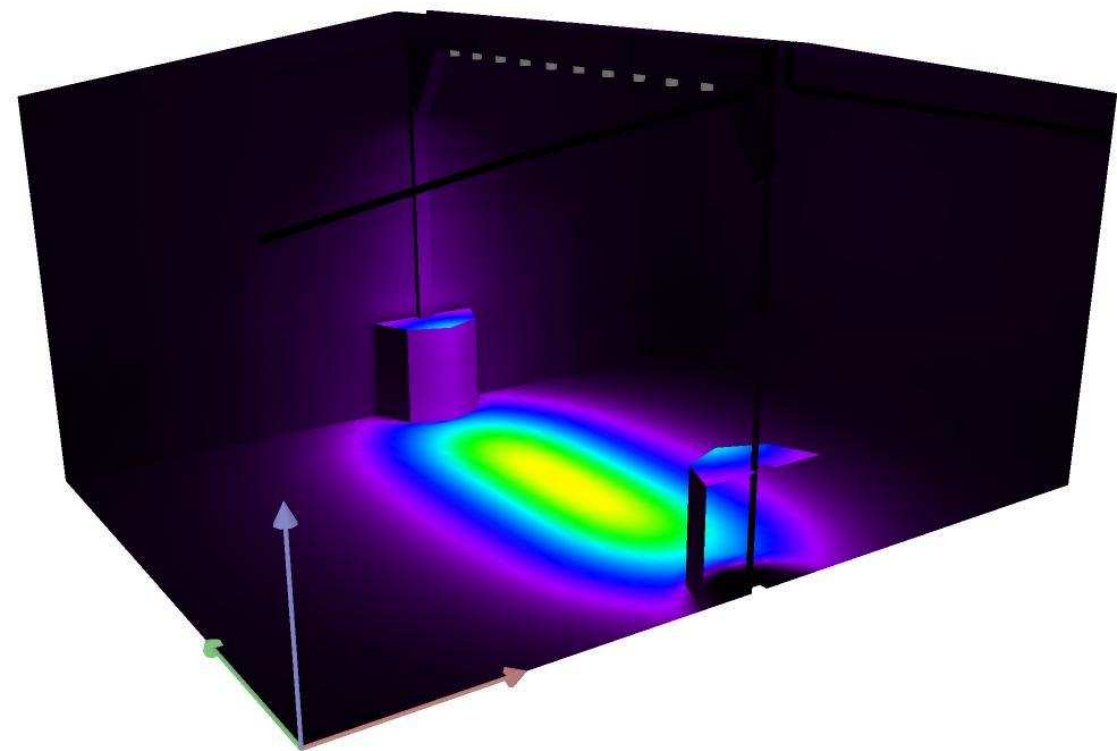
Clasificación luminarias según
CIE: 100

Código CIE Flux: 100 100 100
96 56

Armamento: 1 x LXK2-P14-U00
(Factor de corrección 1.000).

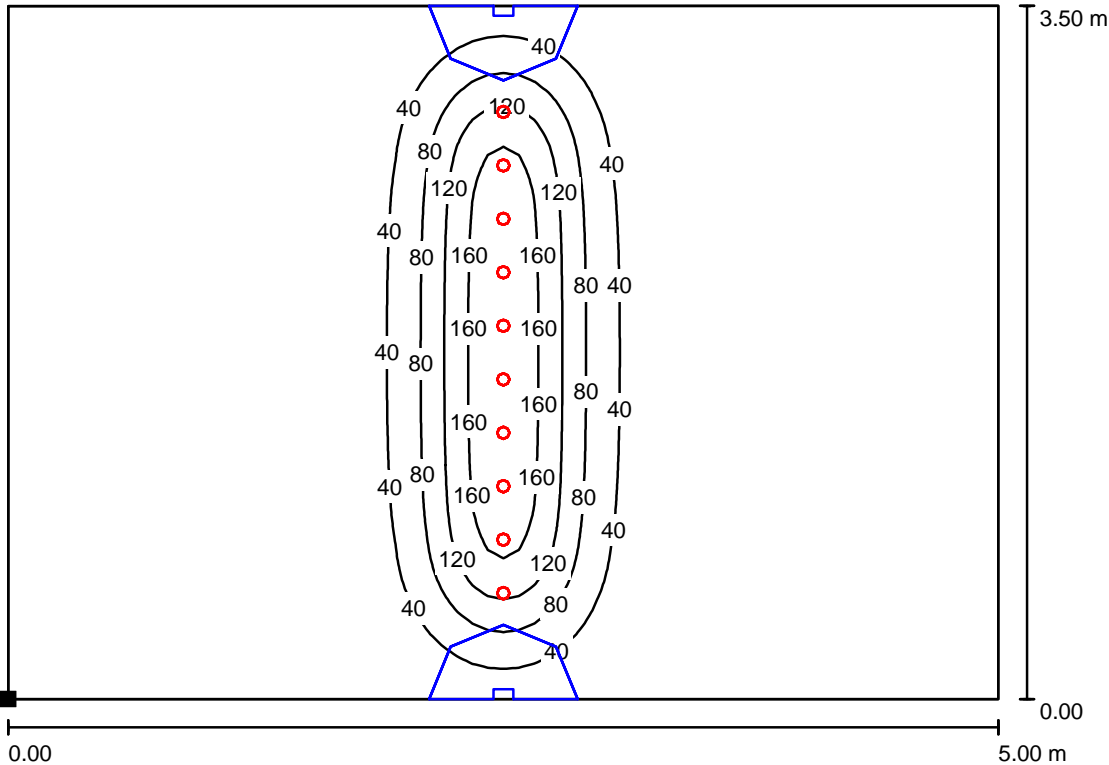


Rendering colores falsos



lx

Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
25	0.39	192	0.02	0.00

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	25	0.39	192	0.02
Suelo	20	23	0.33	123	0.01
Techos (7)	70	1.43	0.00	3.23	/
Paredes (6)	0	2.00	0.50	13	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	10	Philips Spot LED BBG400 MB 1xLXK2-P14-U00 (1.000)	100	0
total:			1000	0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

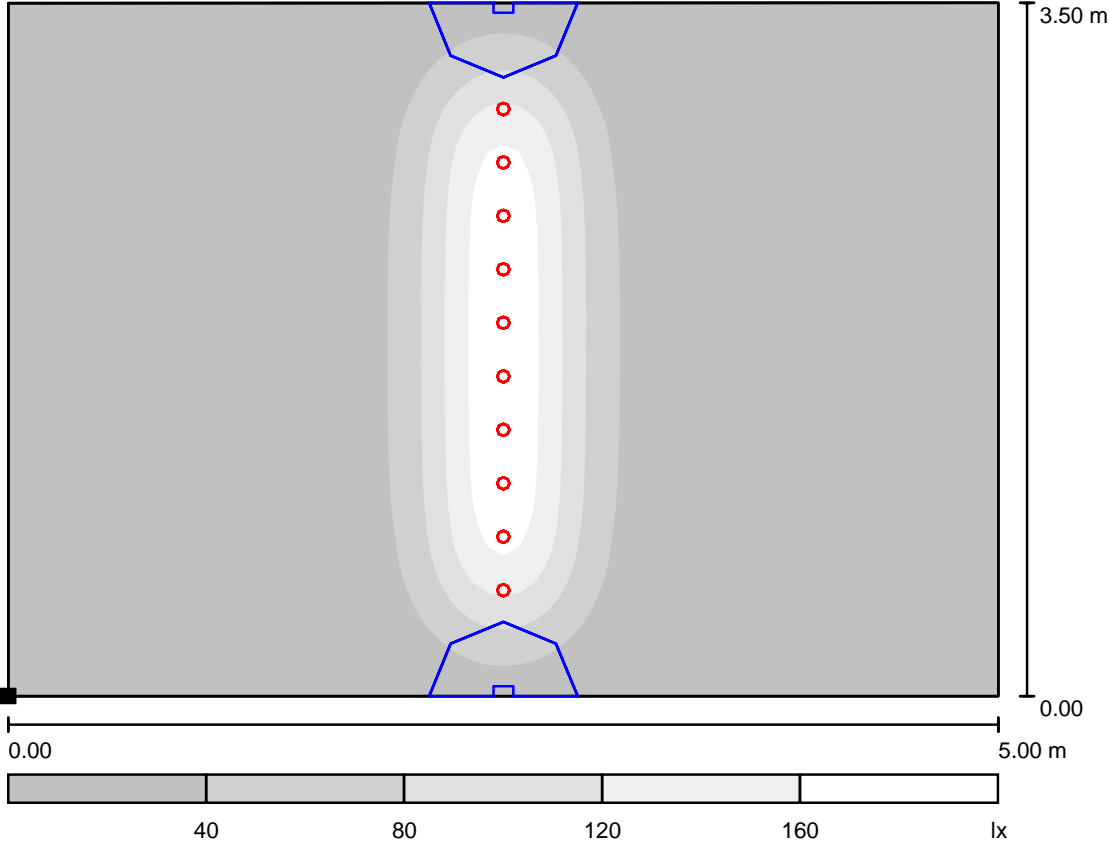
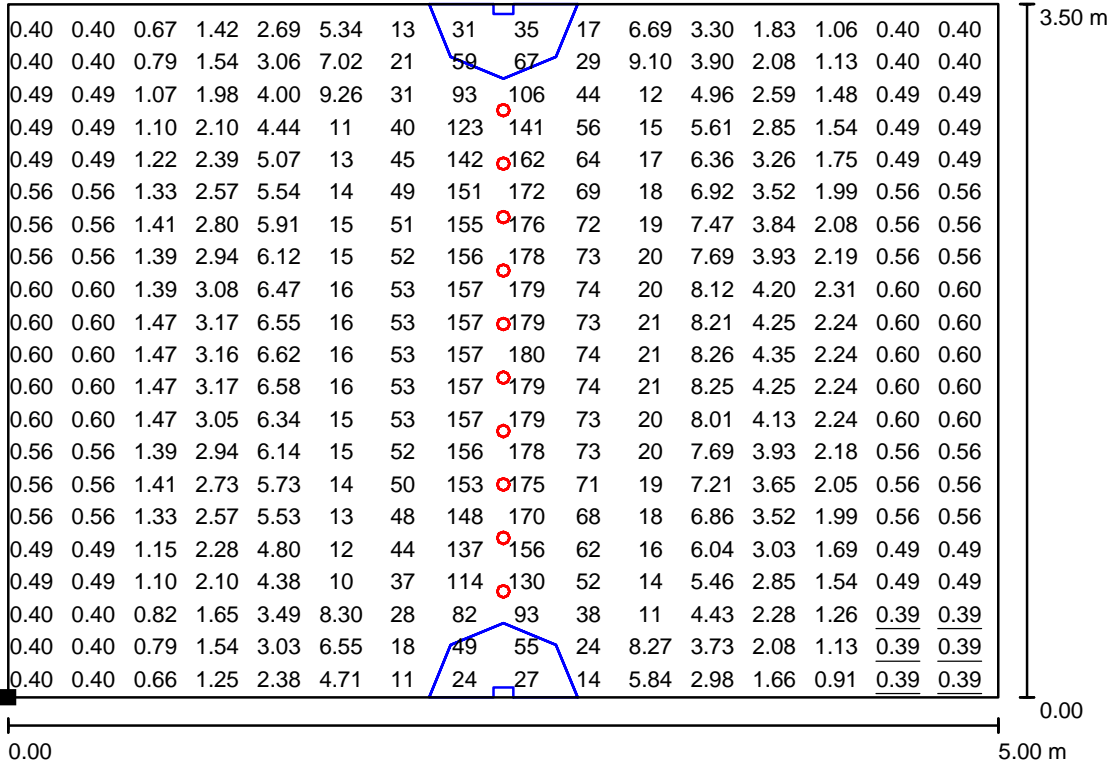


Grafico de valores



10.17 Simulación 12 LED LINE

Lista de piezas de las luminarias

12Pieza

**Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60
12xLED-LXHL-I-LB/WH**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias: 540 lm

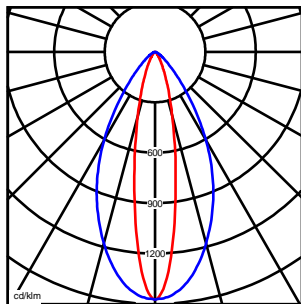
Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

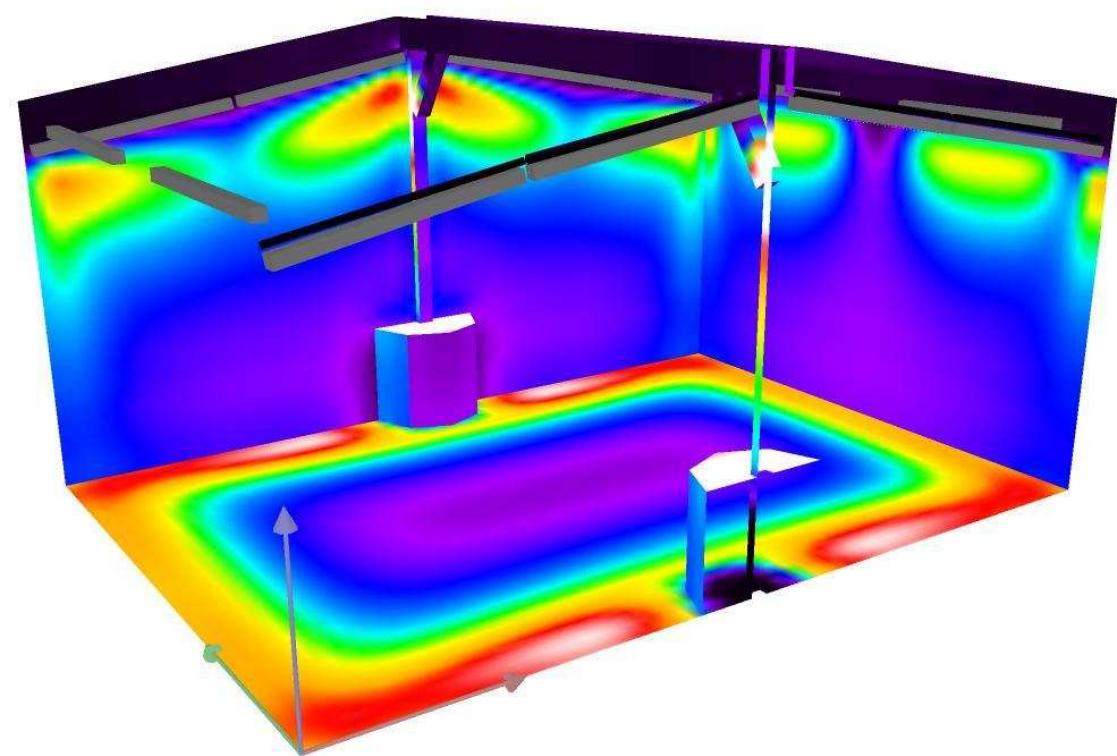
Código CIE Flux: 89 98 99 99 65

Armamento: 12 x LED-LXHL-I-LB/WH

(Factor de corrección 1.000).



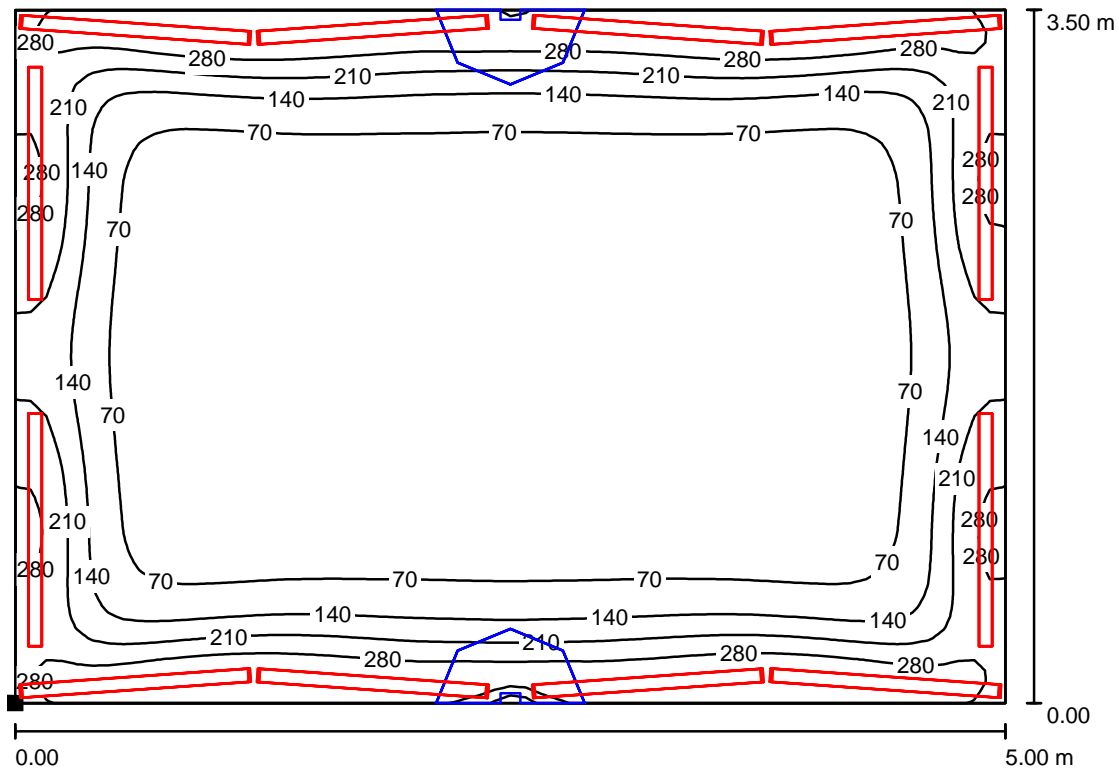
Rendering colores falsos



0 20 40 80 100 120 160 180 210

lx

Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
115	9.75	352	0.08	0.03

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	115	9.75	352	0.08
Techos (7)	70	5.58	0.00	58	/
Paredes (6)	0	46	2.09	194	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	12	Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60 12xLED-LXHL-I-LB/WH (1.000)	540	0
total:			6480	0

Valor de eficiencia energética: $0.00 \text{ W/m}^2 = 0.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.50 m^2)

Gama de grises

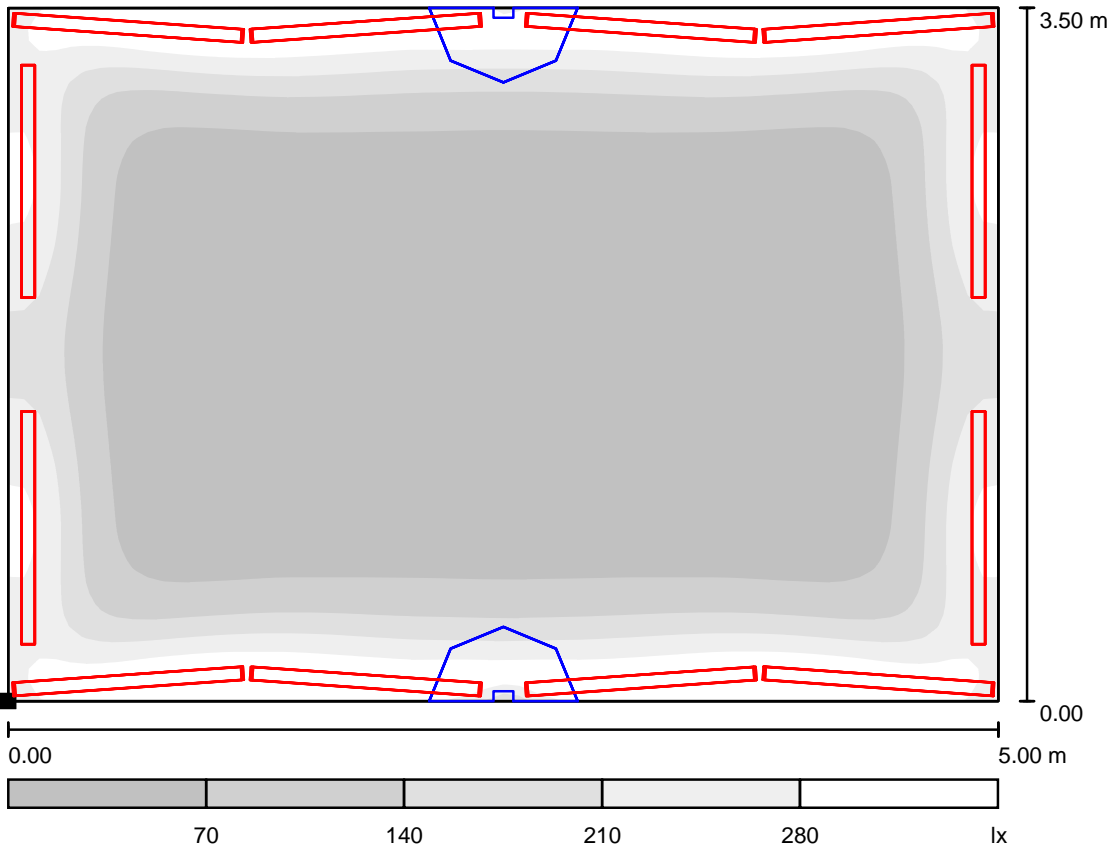
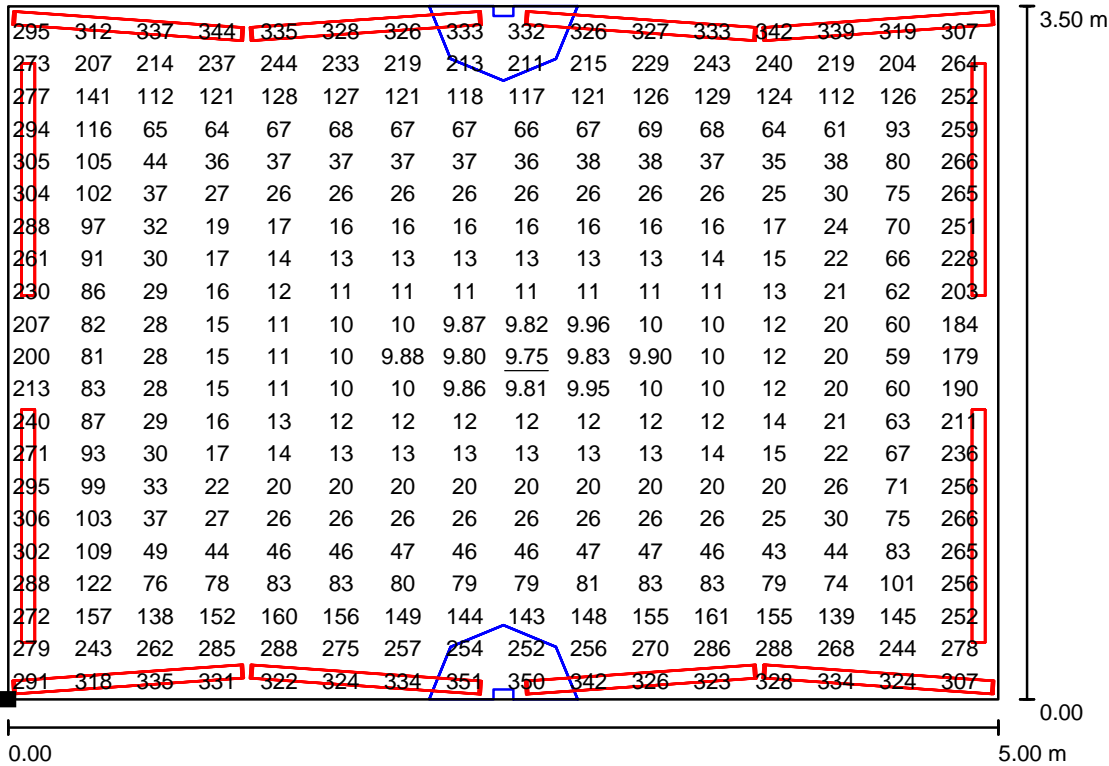


Grafico de valores



10.18 Simulación 14 LED LINE

Lista de piezas de las luminarias

14Pieza

**Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60
12xLED-LXHL-I-LB/WH**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias: 540 lm

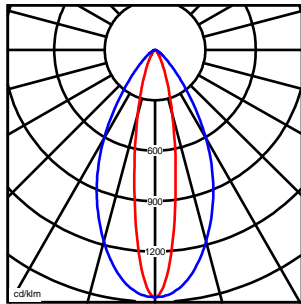
Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

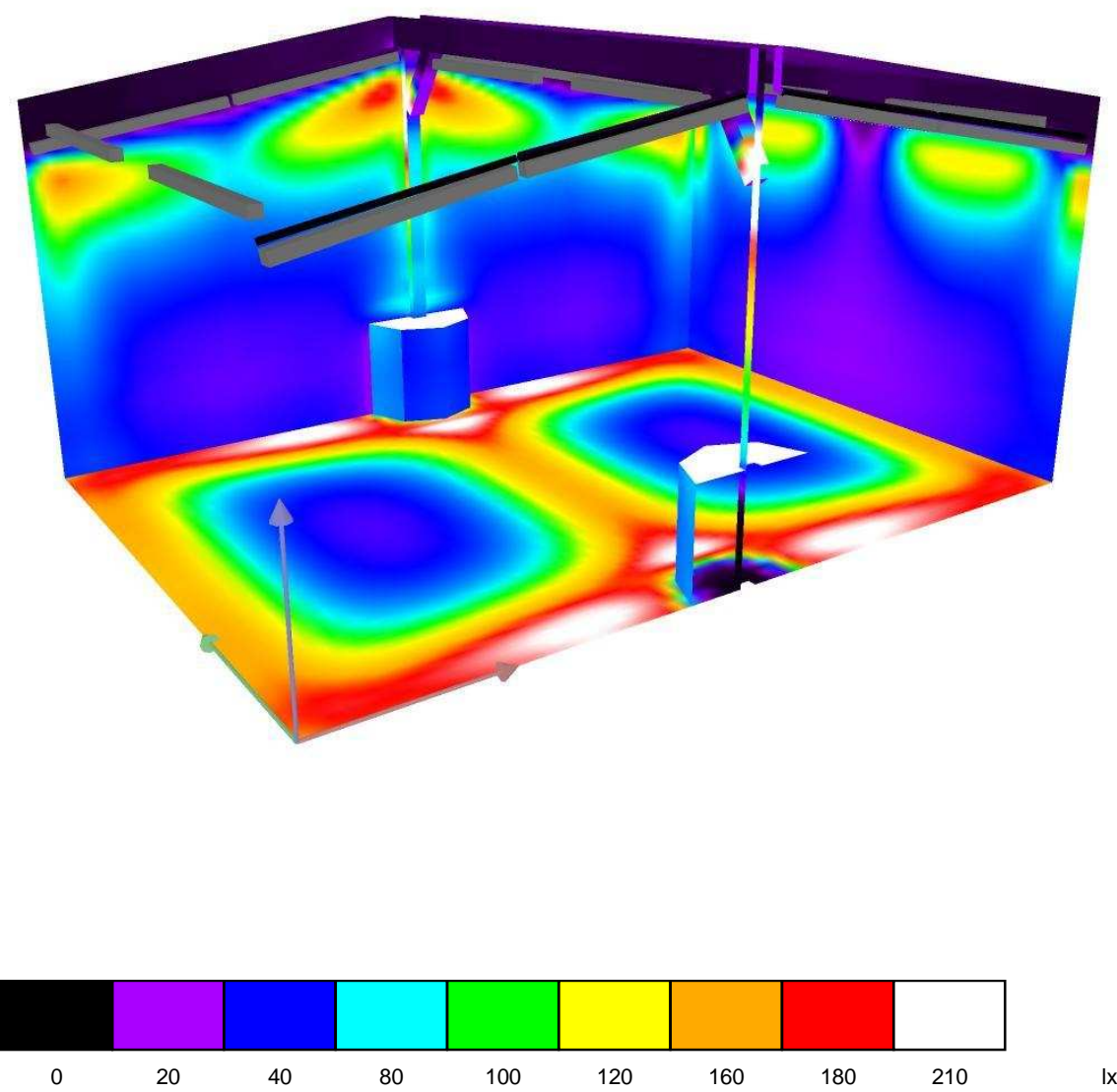
Código CIE Flux: 89 98 99 99 65

Armamento: 12 x LED-LXHL-I-LB/WH

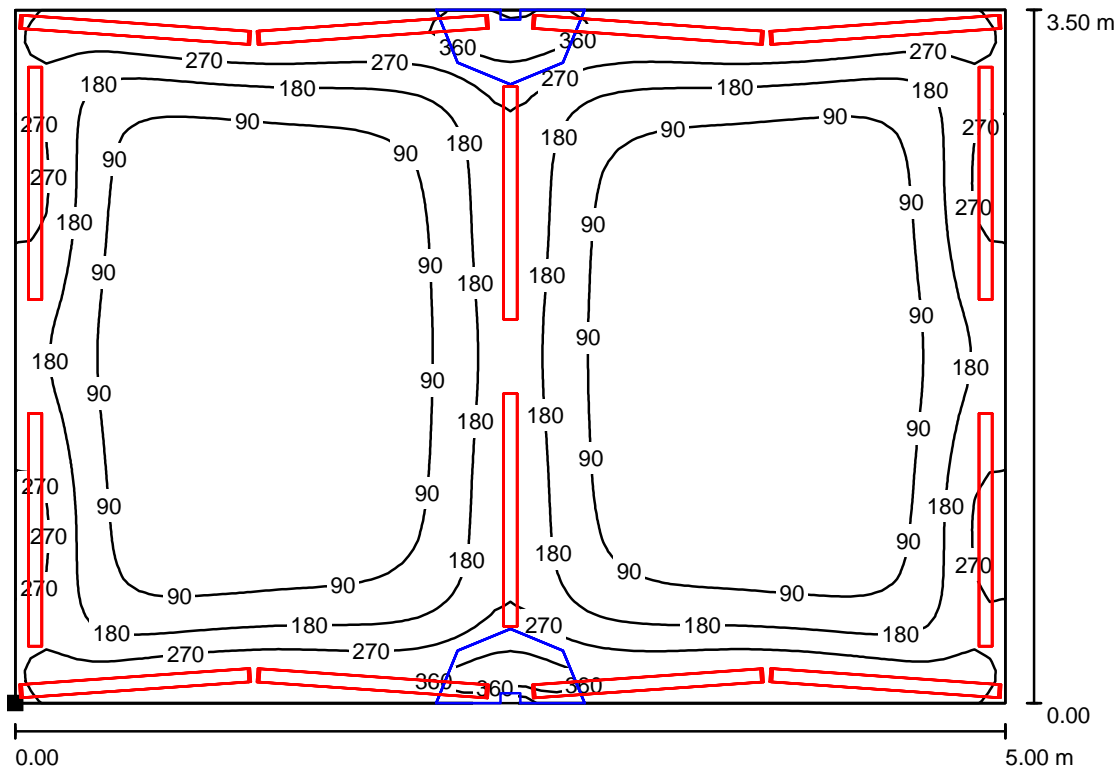
(Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
144	16	440	0.11	0.04

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	144	16	440	0.11
Techos (7)	70	6.33	0.00	71	/
Paredes (6)	0	49	3.03	194	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	14	Philips LEDline 2 BCS722 Balcony WB60 12xLED-LXHL-I-LB/WH (1.000)	540	0
total:			7560	0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

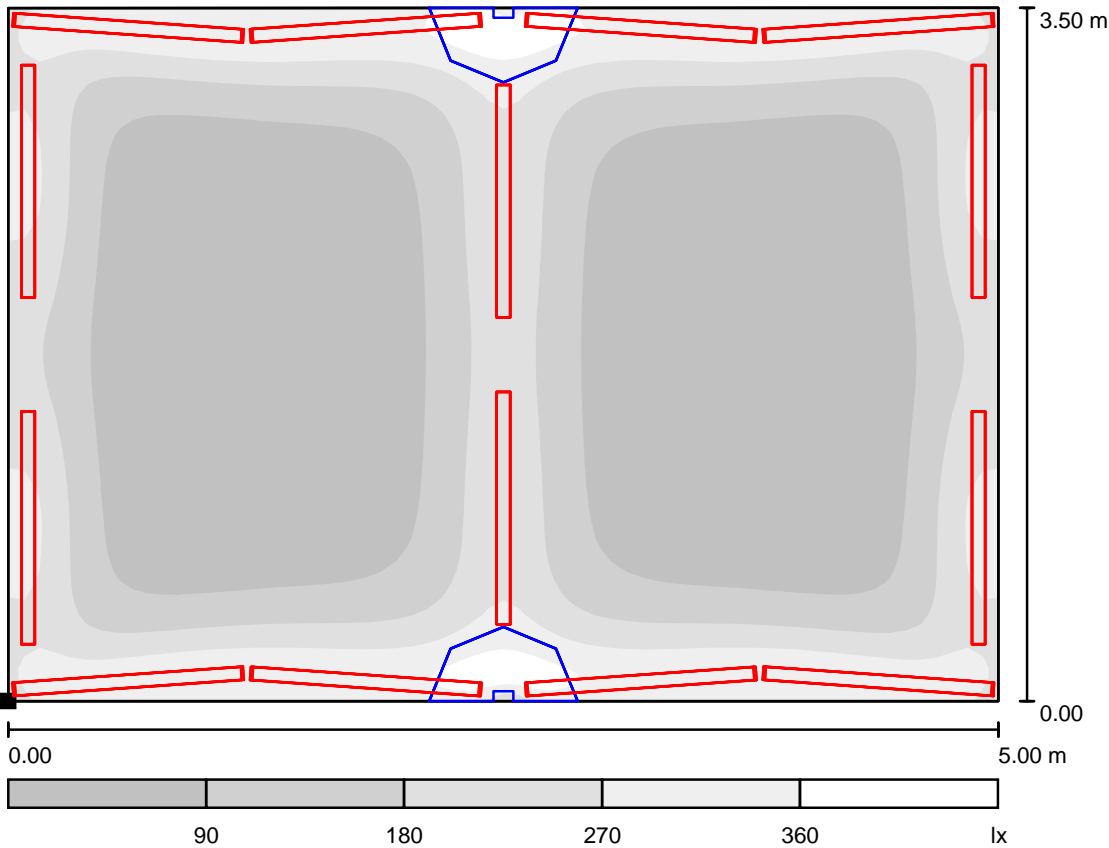
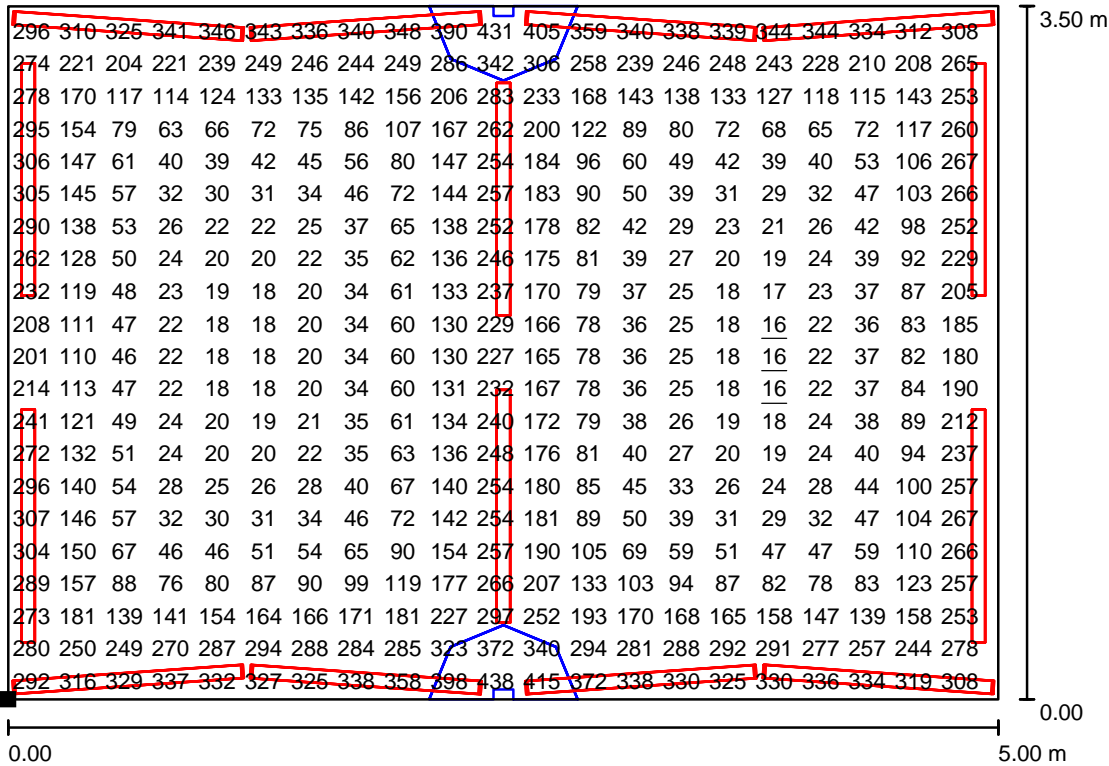


Grafico de valores



10.19 Simulación 1X36W +24LED FLOOD

Lista de piezas de las luminarias

24Pieza

**Philips LEDflood BCP730 AWB
WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias:

195 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE:

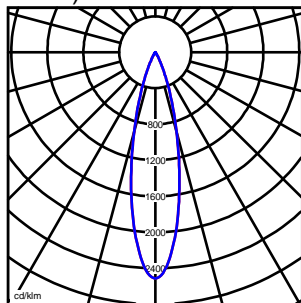
100

Código CIE Flux: 97 99 99 100 57

Armamento: 3 x LED-LXHL-III-

LB/WH (Factor de corrección

1.000).



1 Pieza **Philips Pacific TCW215 1xTL-
D36W/830**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias:

3350 lm

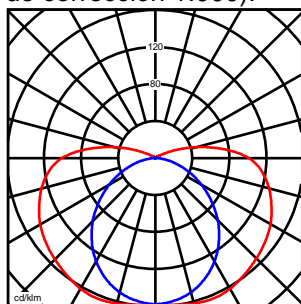
Potencia de las luminarias: 37 W

Clasificación luminarias según CIE:

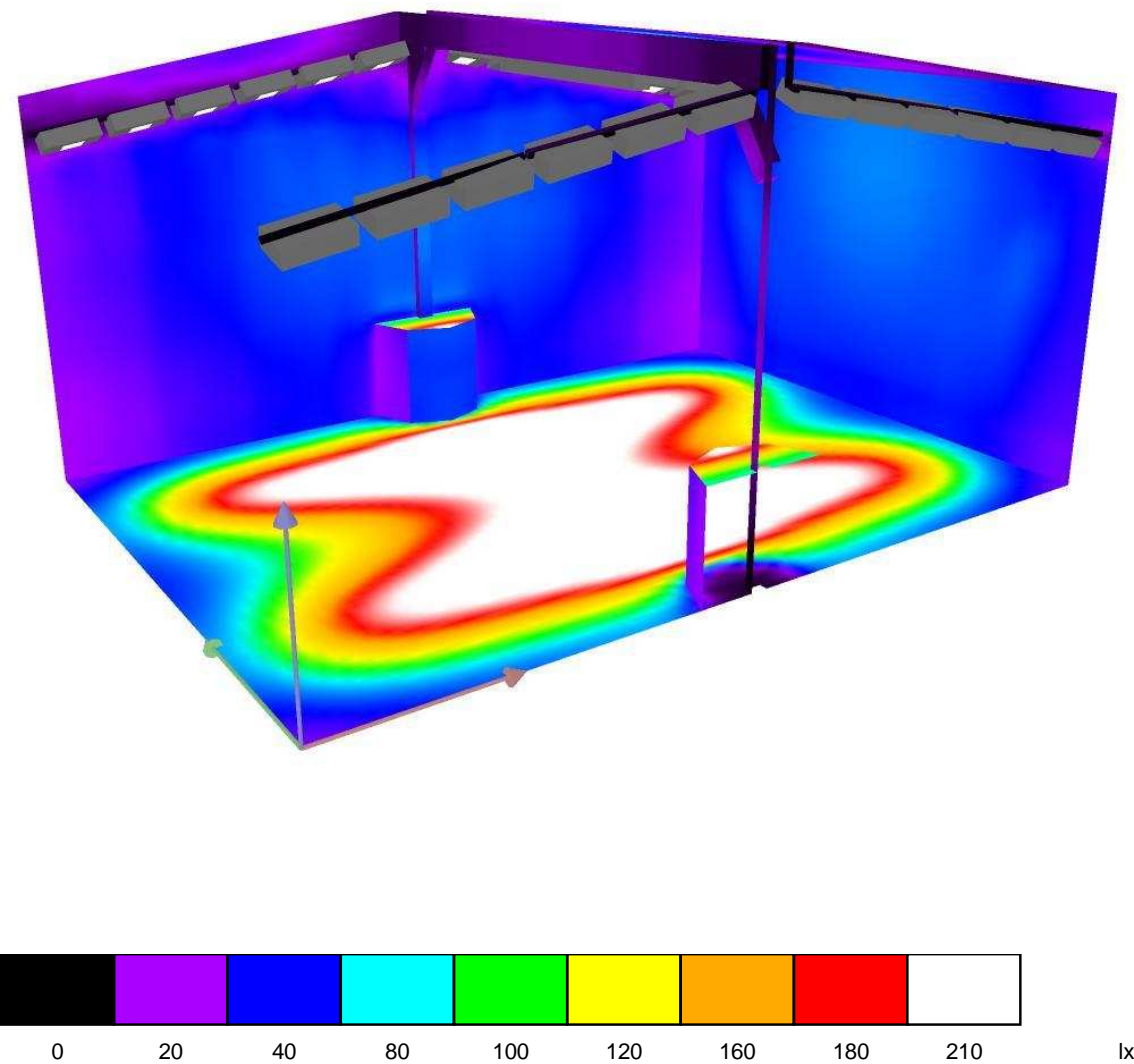
89

Código CIE Flux: 34 62 84 89 75

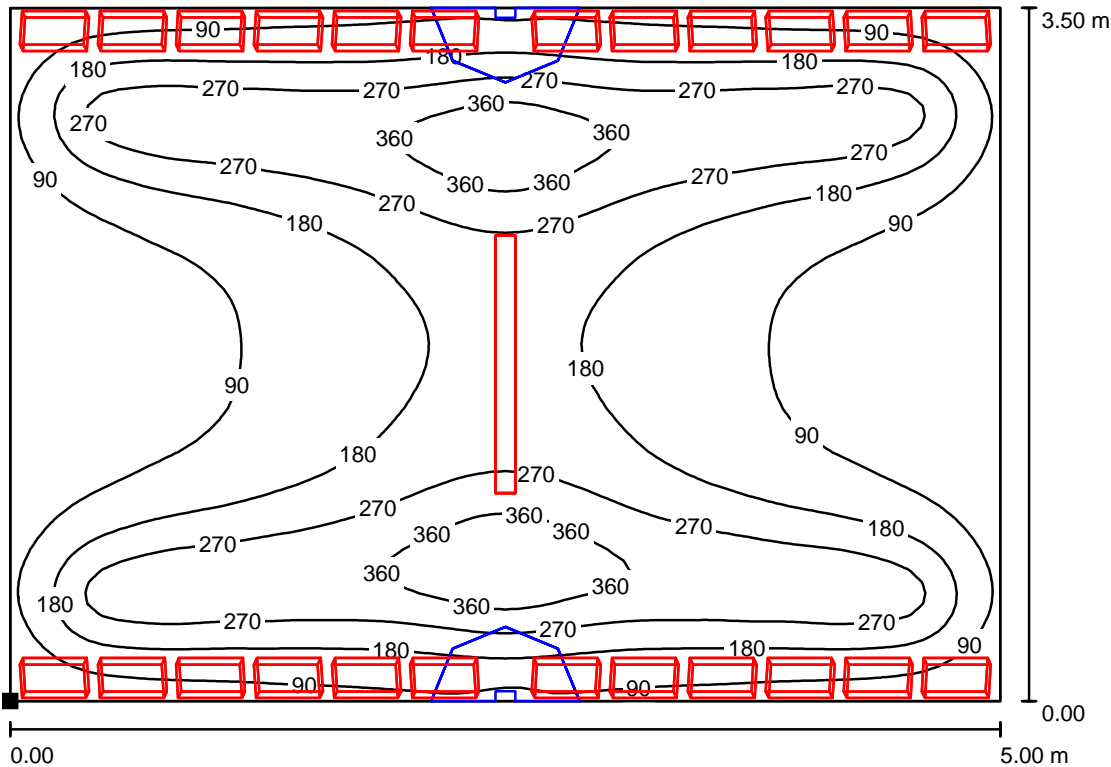
Armamento: 1 x TL-D36W (Factor
de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)
Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
182	25	455	0.14	0.05

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	182	25	455	0.14
Suelo	20	156	4.00	321	0.03
Techos (7)	70	12	0.00	37	/
Paredes (6)	0	40	3.95	61	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	24	Philips LEDflood BCP730 AWB WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH (1.000)	195	0
2	1	Philips Pacific TCW215 1xTL-D36W/830 (1.000)	3350	37
total:			8030	37

Valor de eficiencia energética: 2.11 W/m² = 1.16 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

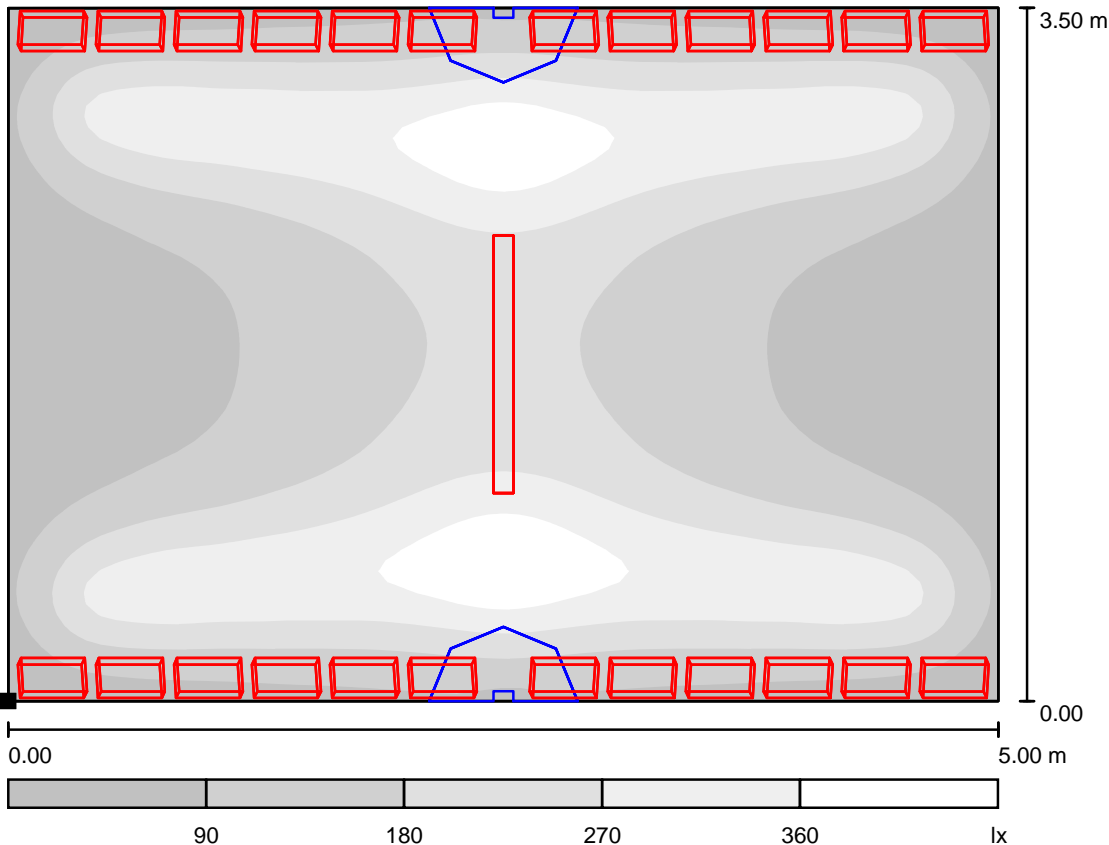
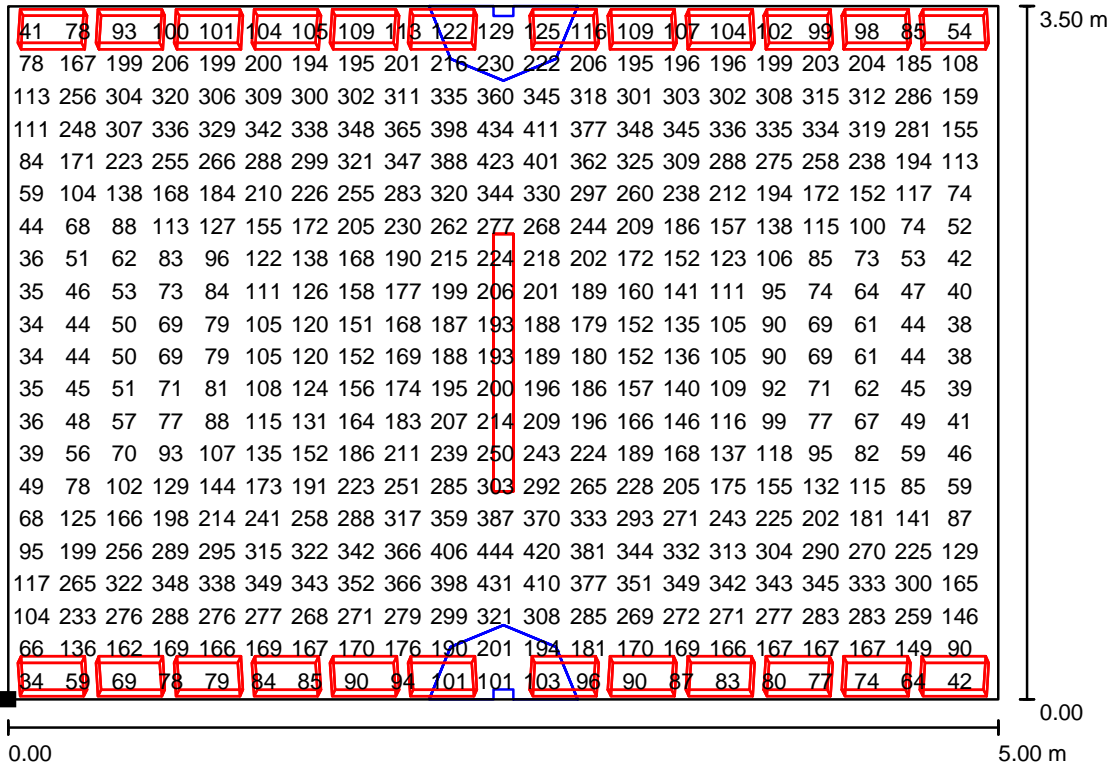


Grafico de valores



10.20 Simulación 16LED FLOOD

Lista de piezas de las luminarias

16Pieza

**Philips LEDflood BCP730 AWB
WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias:

195 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE:

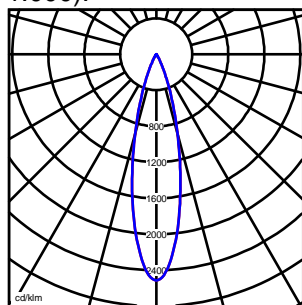
100

Código CIE Flux: 97 99 99 100 57

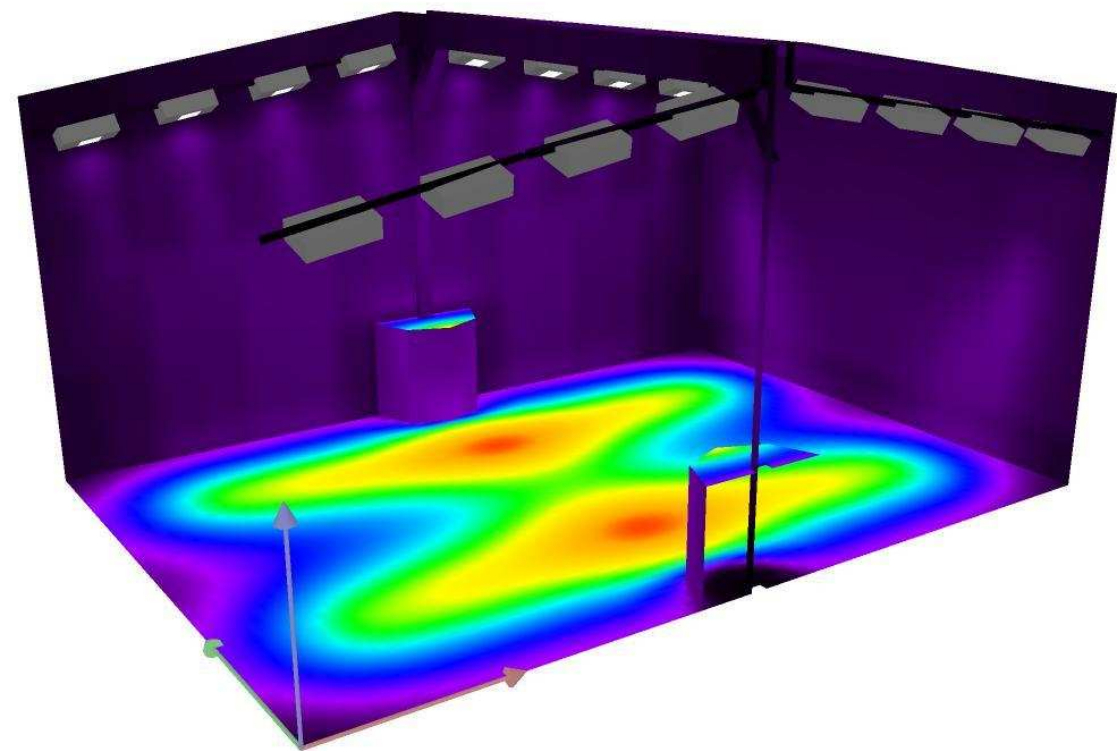
Armamento: 3 x LED-LXHL-III-

LB/WH (Factor de corrección

1.000).



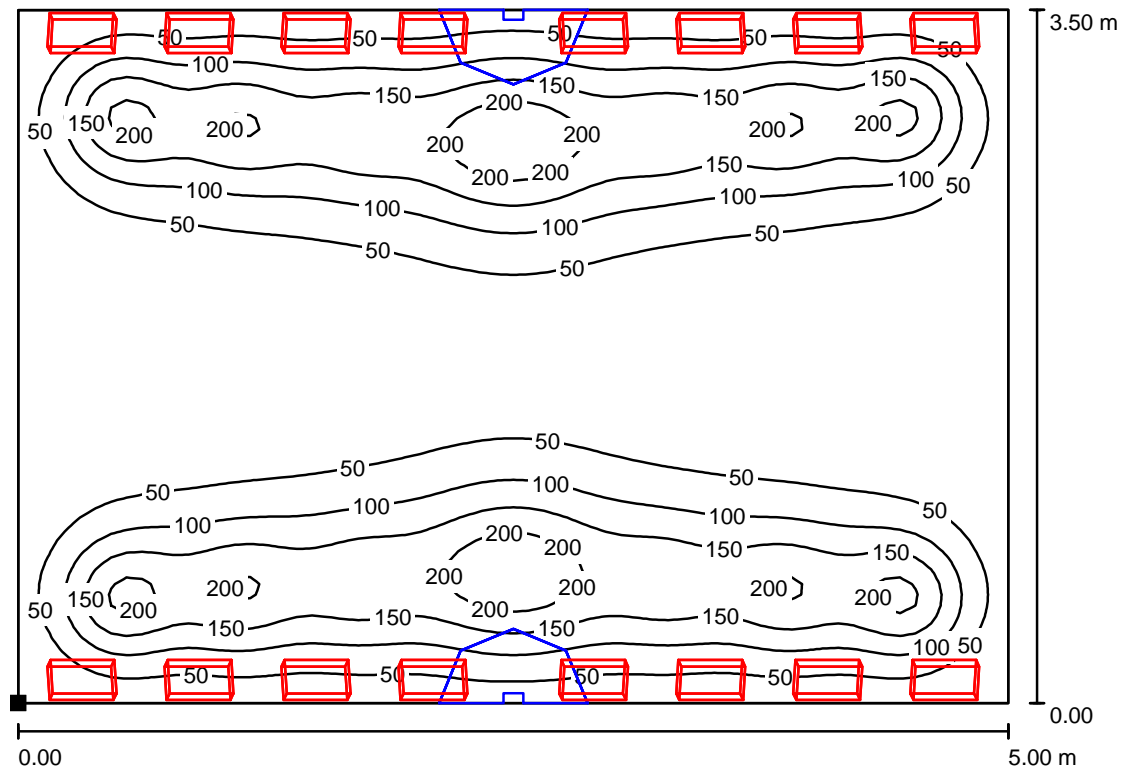
Rendering colores falsos



0 20 40 80 100 120 160 180 210

lx

Isolneas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
79	3.09	250	0.04	0.01

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	79	3.09	250	0.04
Suelo	20	76	0.93	173	0.01
Techos (7)	70	4.01	0.00	8.23	/
Paredes (6)	0	6.52	1.42	12	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	16	Philips LEDflood BCP730 AWB WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH (1.000)	195	0
total:			3120	0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

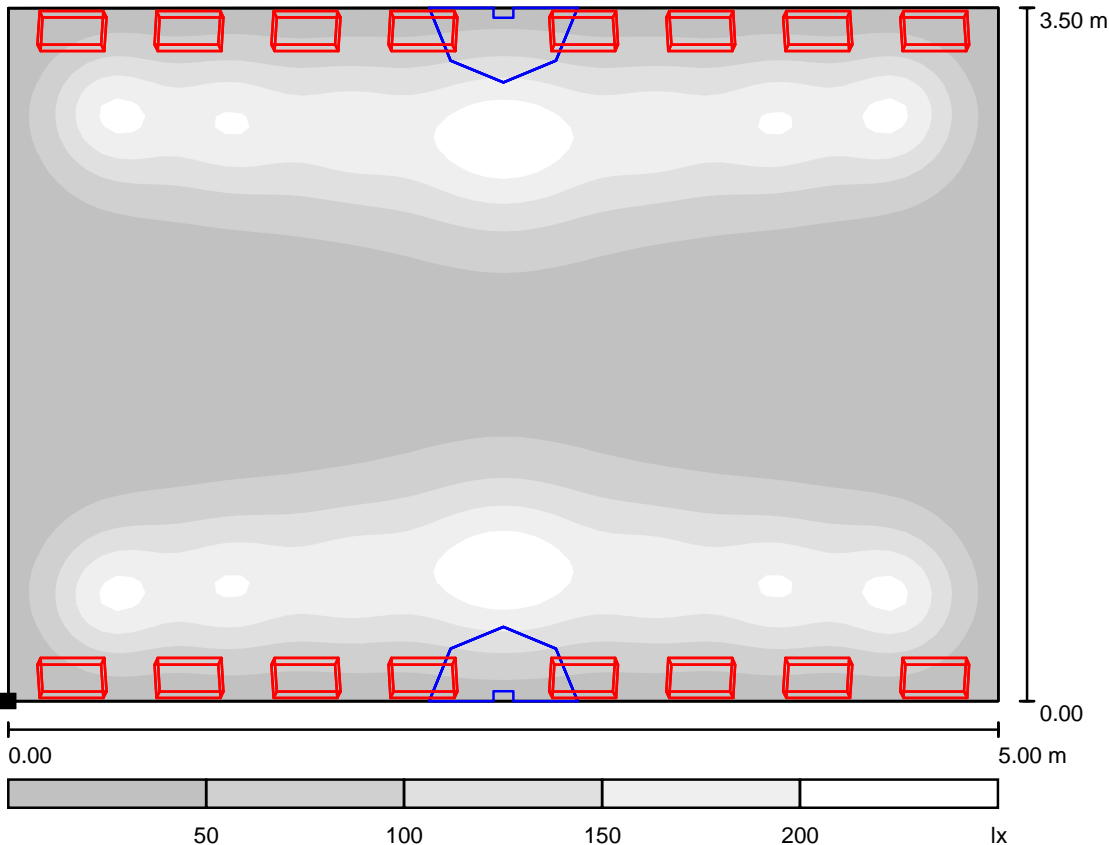
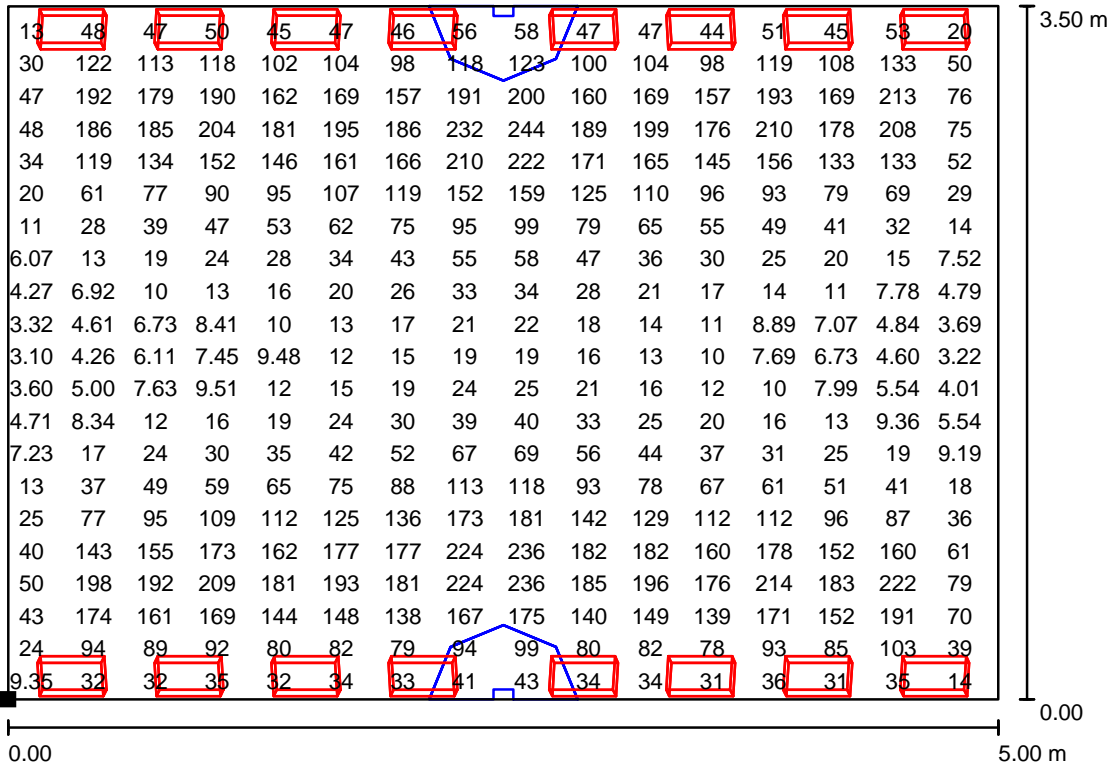


Grafico de valores



10.21 Simulación 24LED FLOOD

Lista de piezas de las luminarias

24Pieza

Philips LEDflood BCP730 AWB WB

3xLED-LXHL-III-LB/WH

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias:

195 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE:

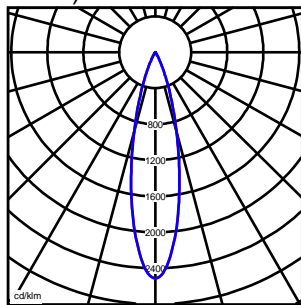
100

Código CIE Flux: 97 99 99 100 57

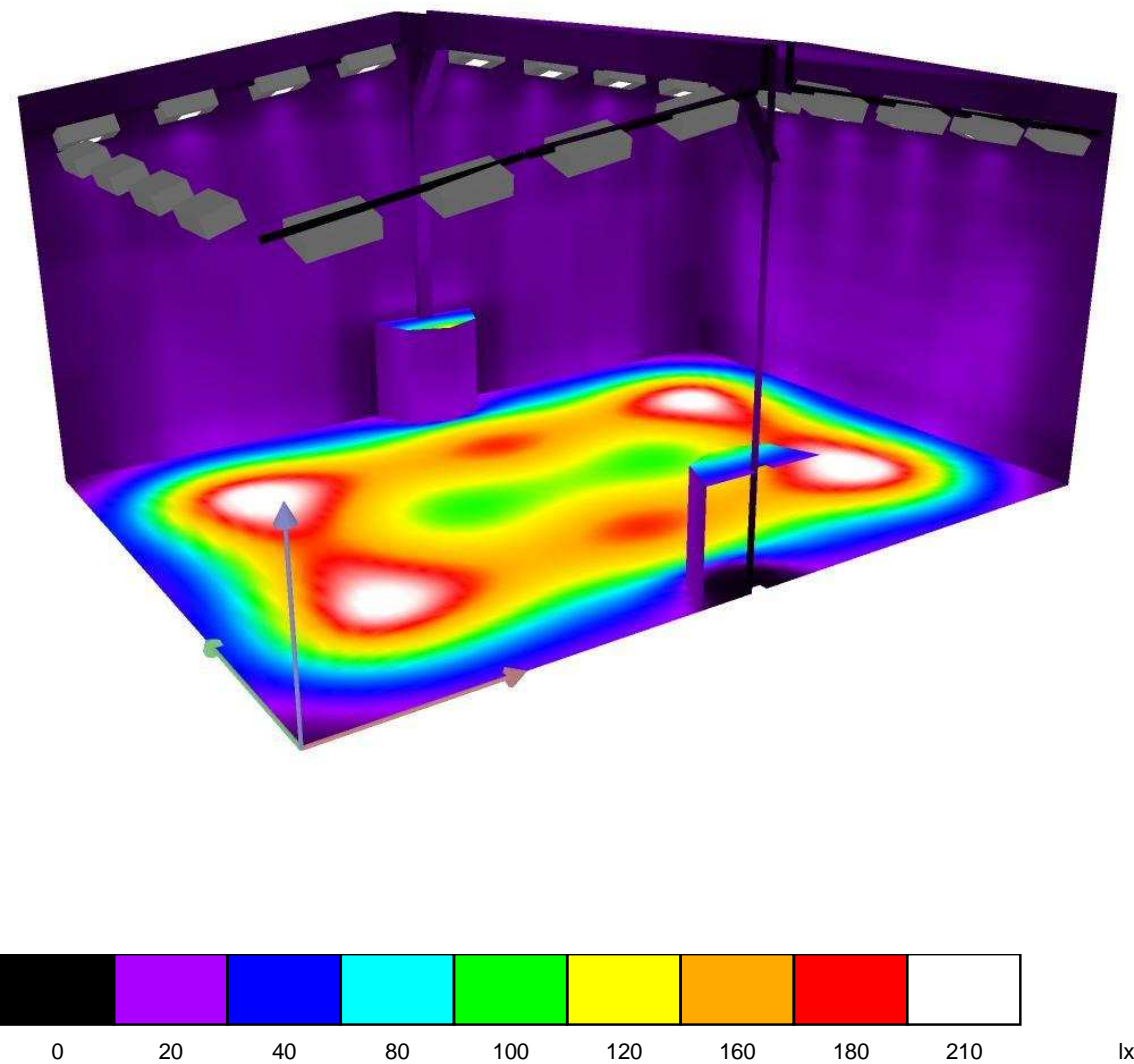
Armamento: 3 x LED-LXHL-III-

LB/WH (Factor de corrección

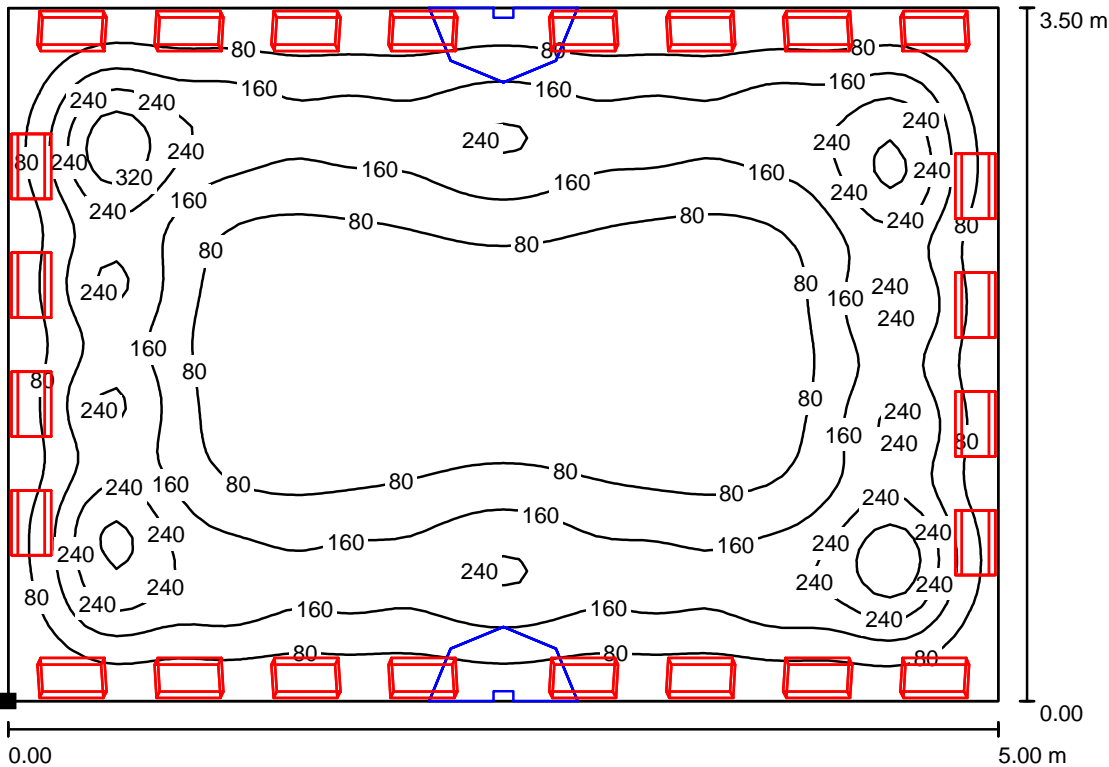
1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
119	5.83	394	0.05	0.01

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	119	5.83	394	0.05
Suelo	20	114	1.39	226	0.01
Techos (7)	70	5.72	0.00	11	/
Paredes (6)	0	9.74	2.59	19	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	24	Philips LEDflood BCP730 AWB WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH (1.000)	195	0
total:			4680	0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

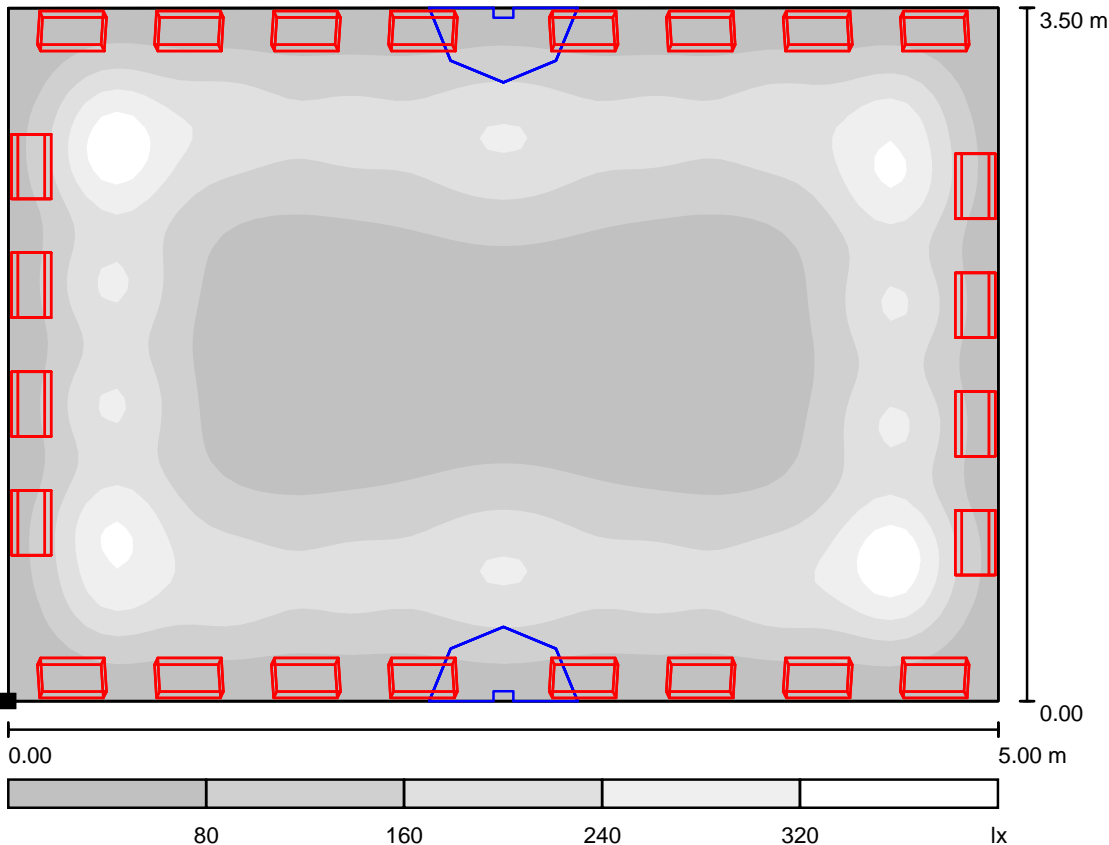
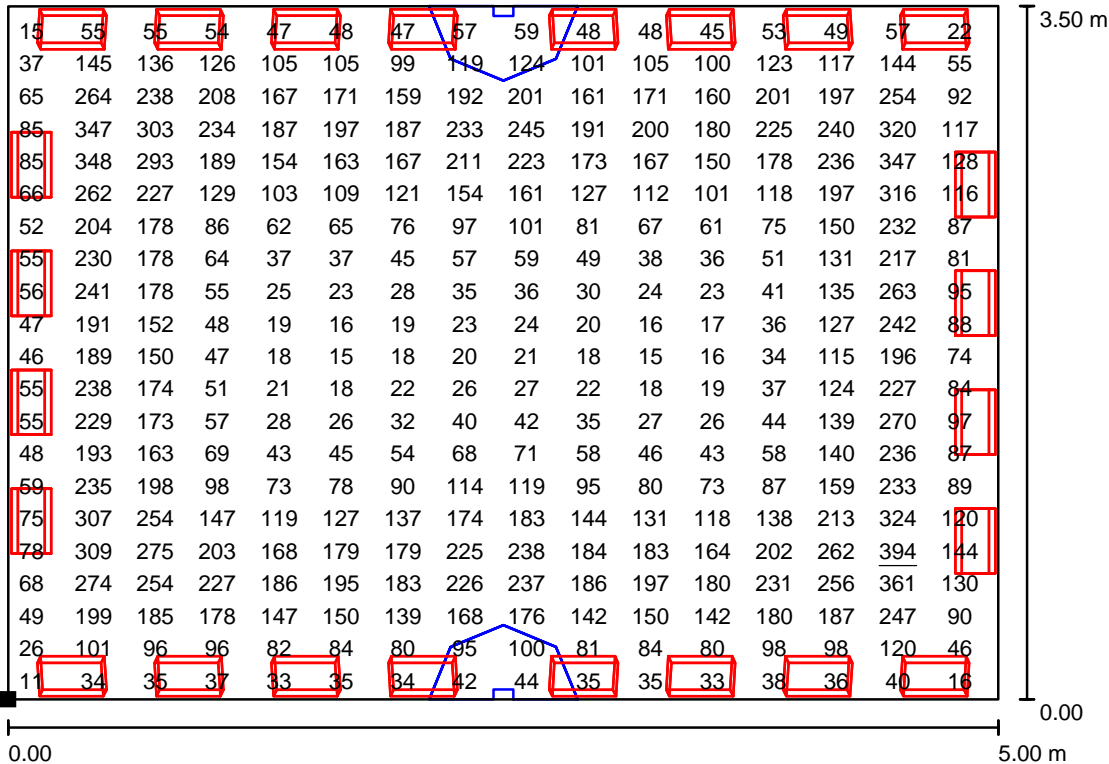


Grafico de valores



10.22 Simulación 18LED FLOOD

Lista de piezas de las luminarias

18Pieza

**Philips LEDflood BCP730 AWB
WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias:

195 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE:

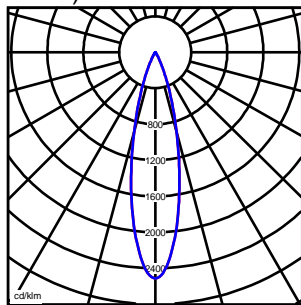
100

Código CIE Flux: 97 99 99 100 57

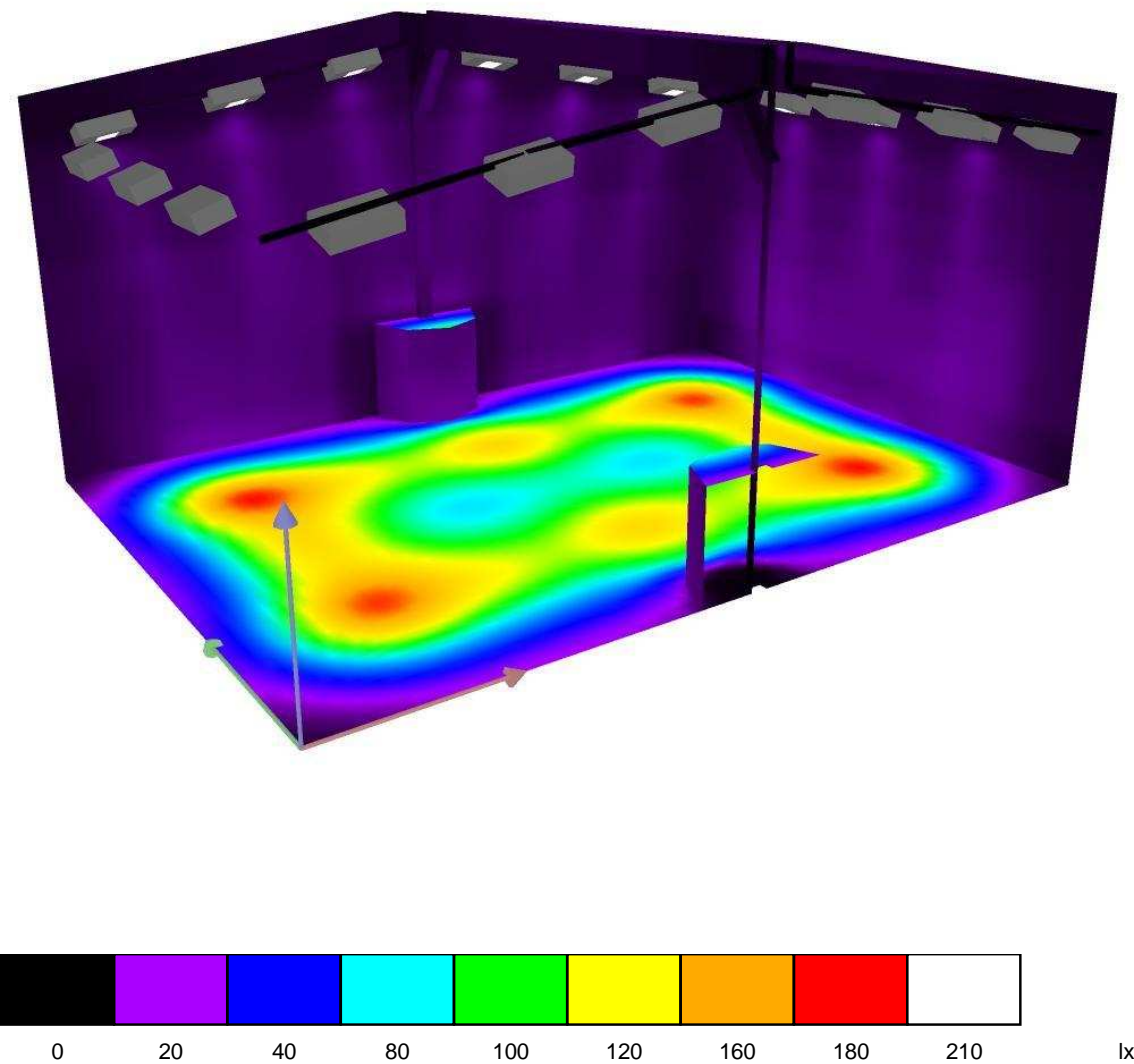
Armamento: 3 x LED-LXHL-III-

LB/WH (Factor de corrección

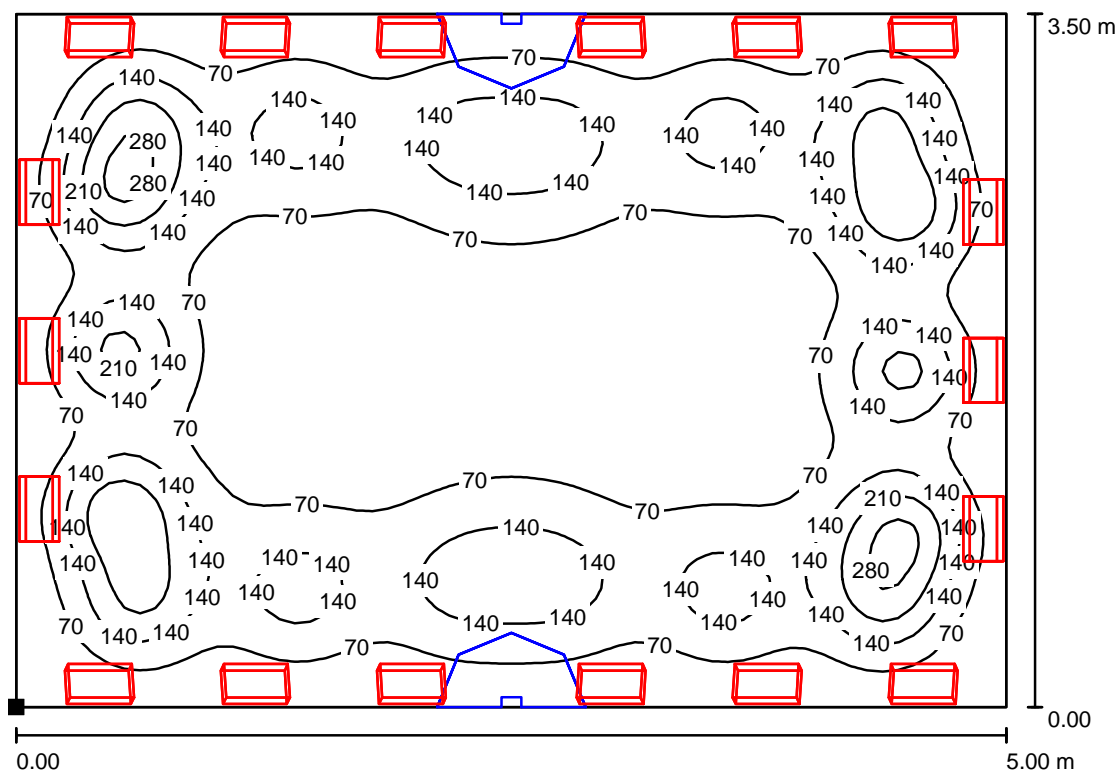
1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
89	3.47	325	0.04	0.01

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	89	3.47	325	0.04
Suelo	20	86	1.03	181	0.01
Techos (7)	70	4.34	0.00	8.54	/
Paredes (6)	0	7.27	1.92	14	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	18	Philips LEDflood BCP730 AWB WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH (1.000)	195	0
total:			3510	0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

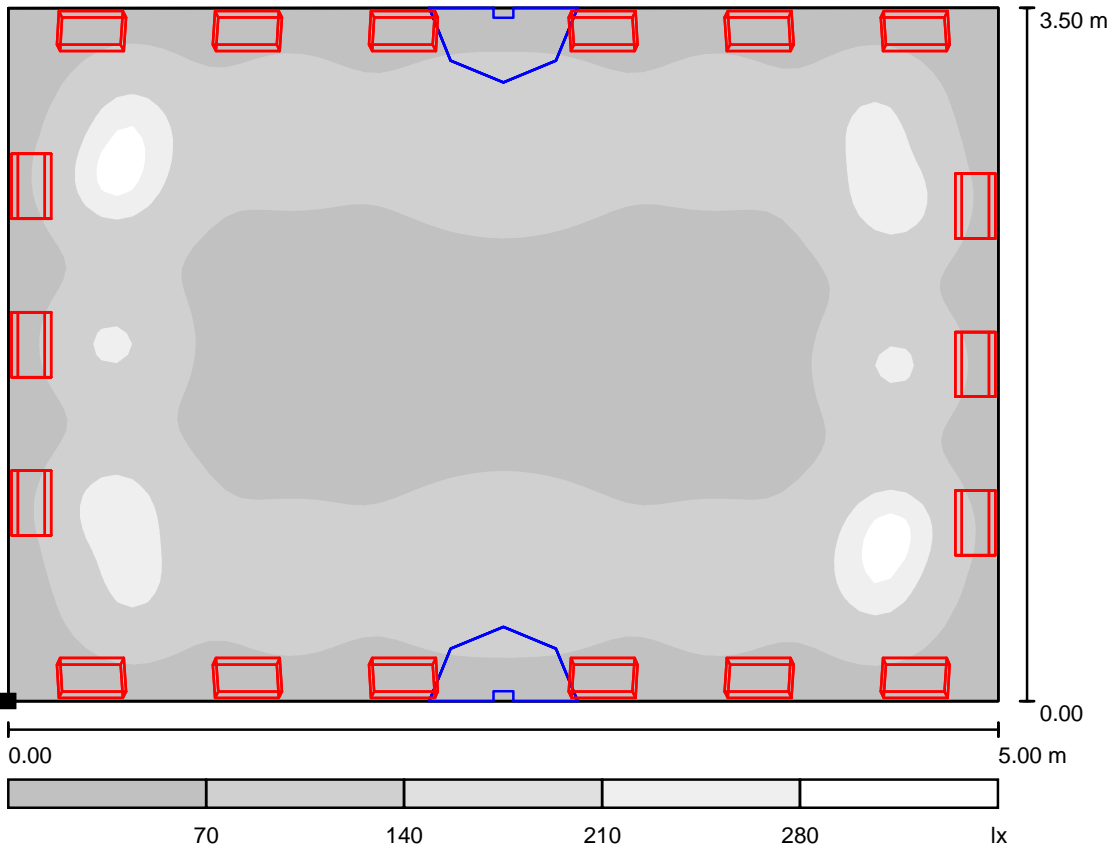
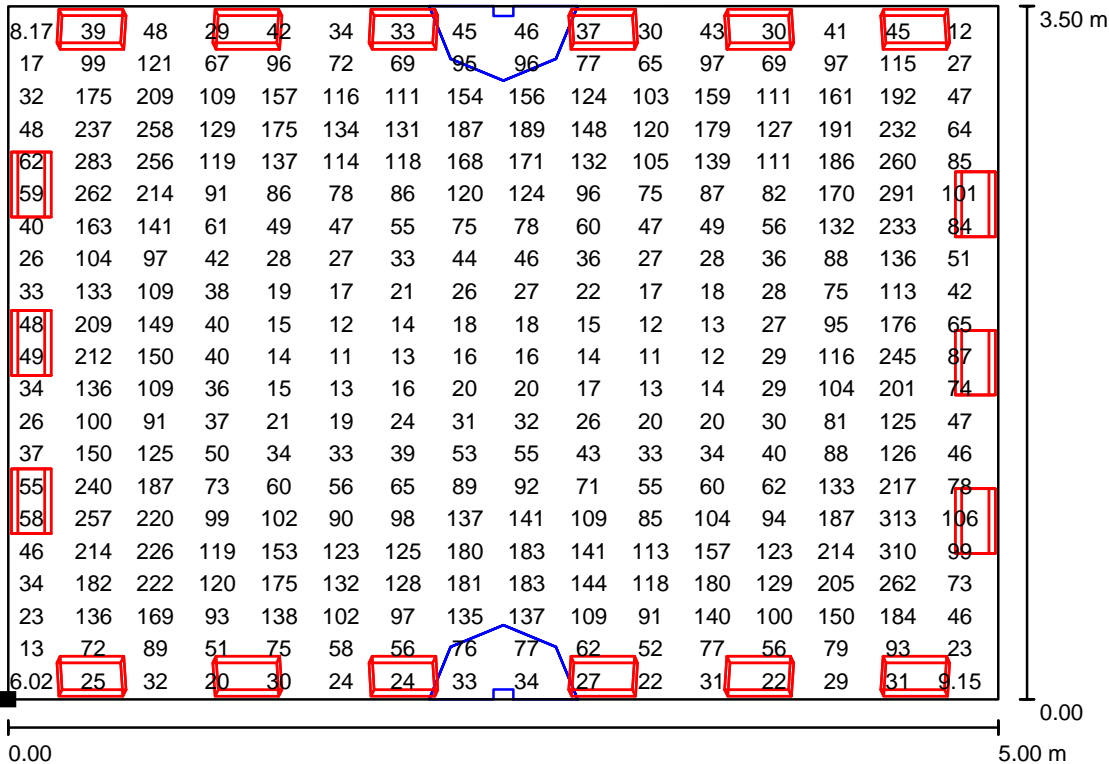


Grafico de valores



10.23 Simulación 16LED FLOOD A

Lista de piezas de las luminarias

16Pieza

**Philips LEDflood BCP730 AWB
WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias:

195 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE:

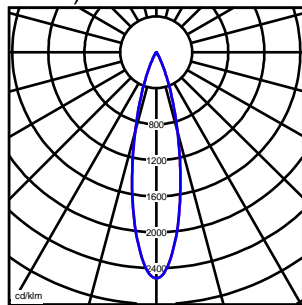
100

Código CIE Flux: 97 99 99 100 57

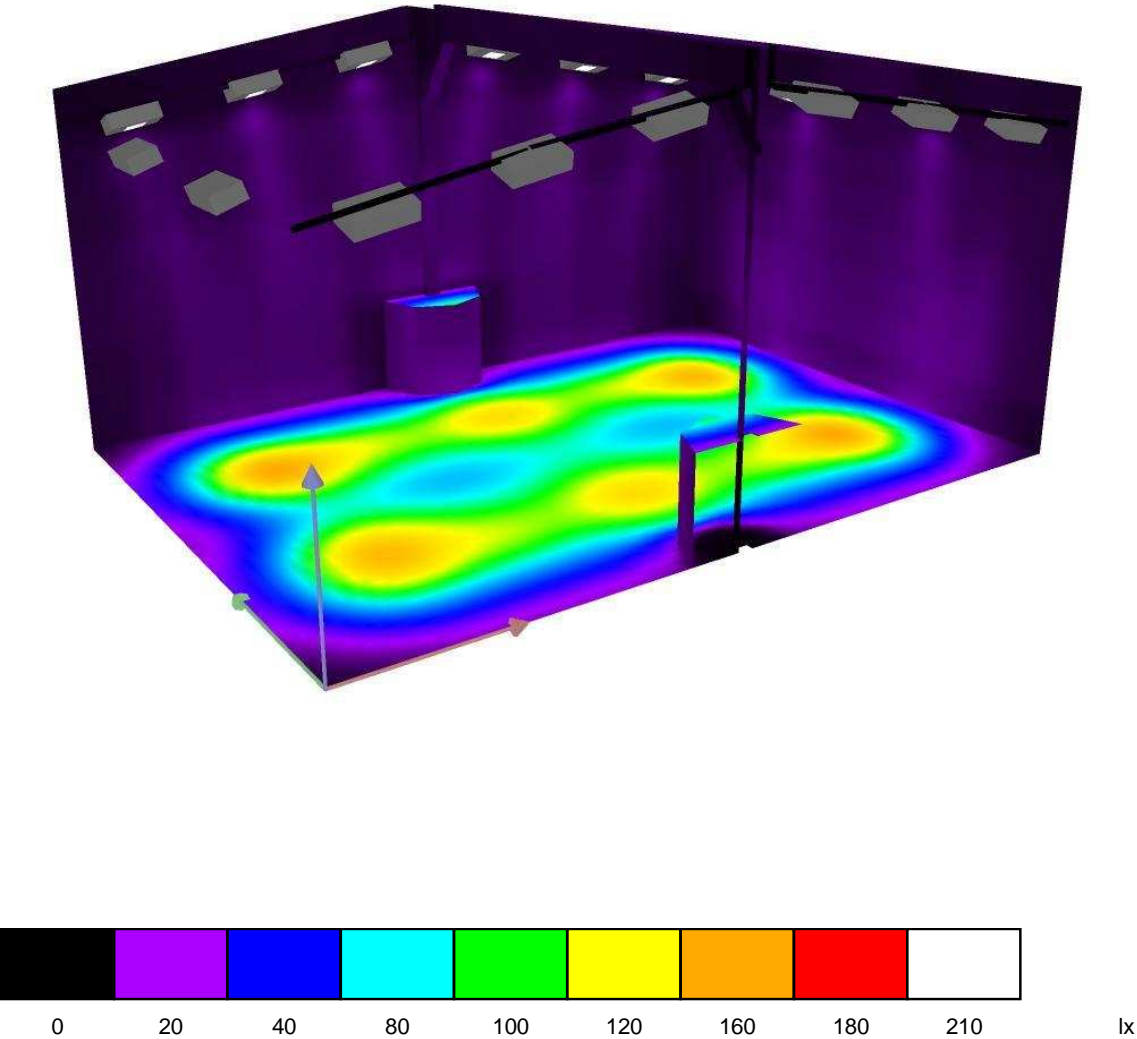
Armamento: 3 x LED-LXHL-III-

LB/WH (Factor de corrección

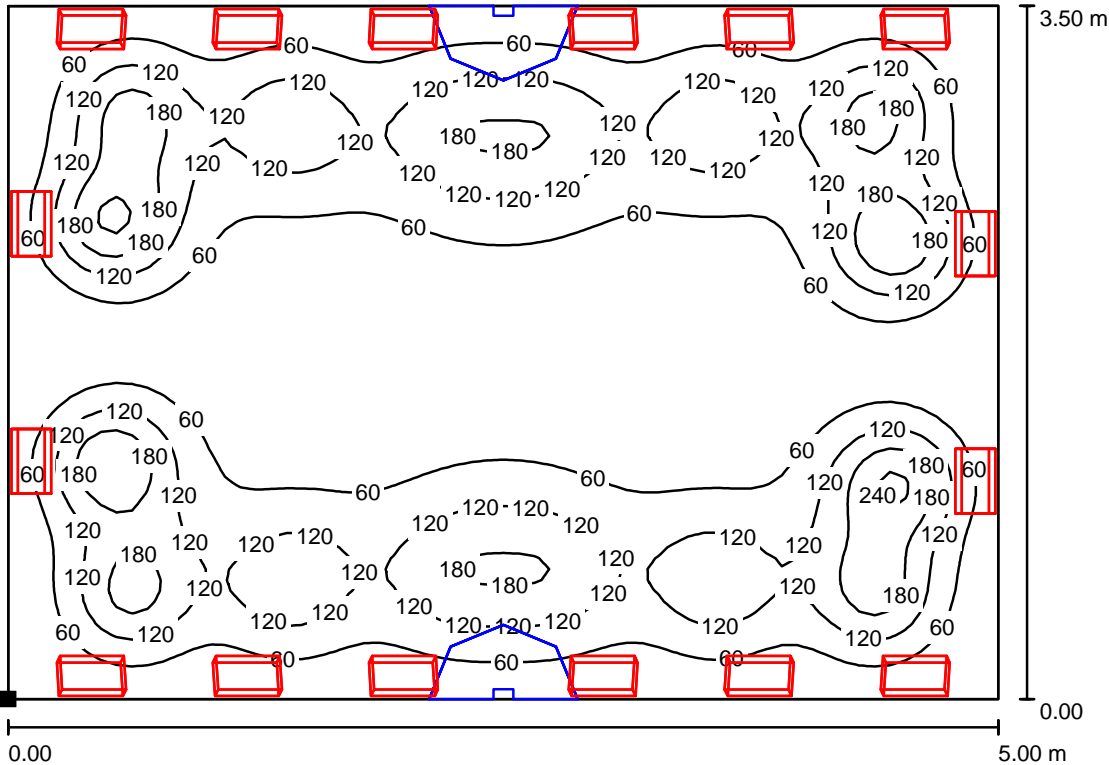
1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
80	3.07	270	0.04	0.01

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	80	3.07	270	0.04
Suelo	20	76	0.89	162	0.01
Techos (7)	70	3.91	0.00	7.78	/
Paredes (6)	0	6.44	1.76	13	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	16	Philips LEDflood BCP730 AWB WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH (1.000)	195	0
total:			3120	0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

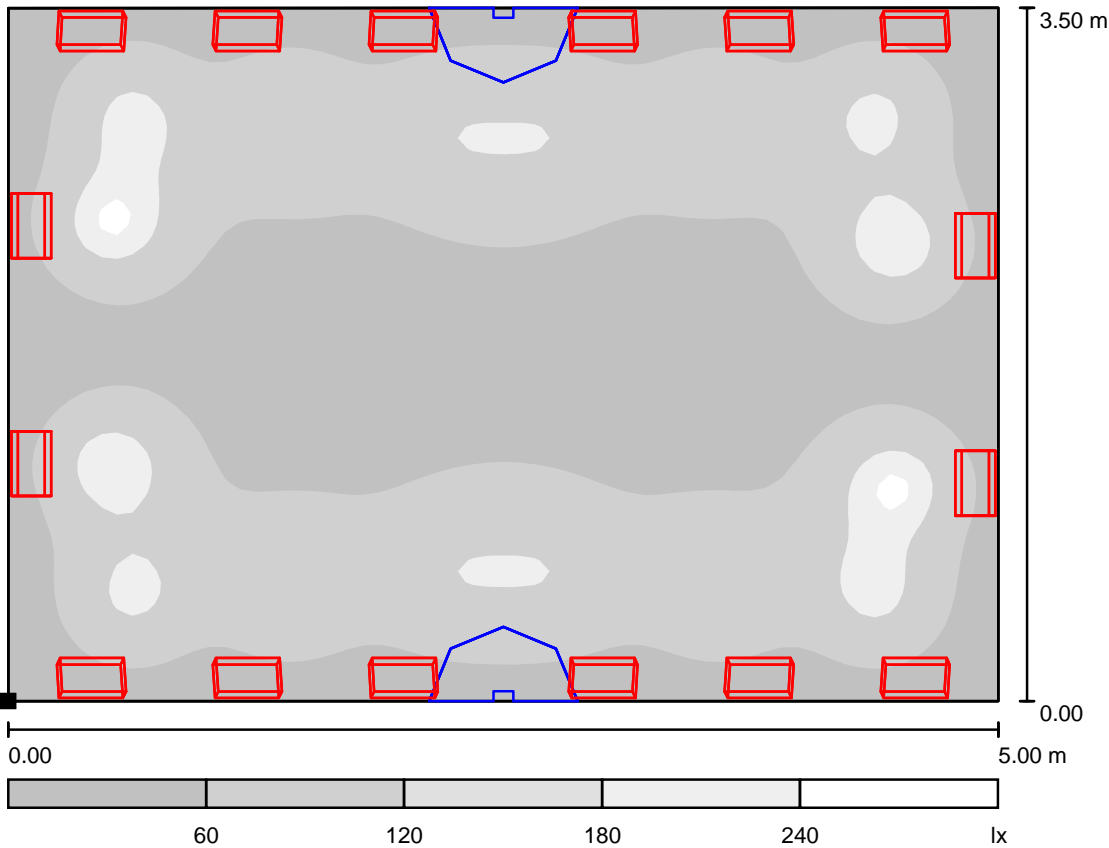
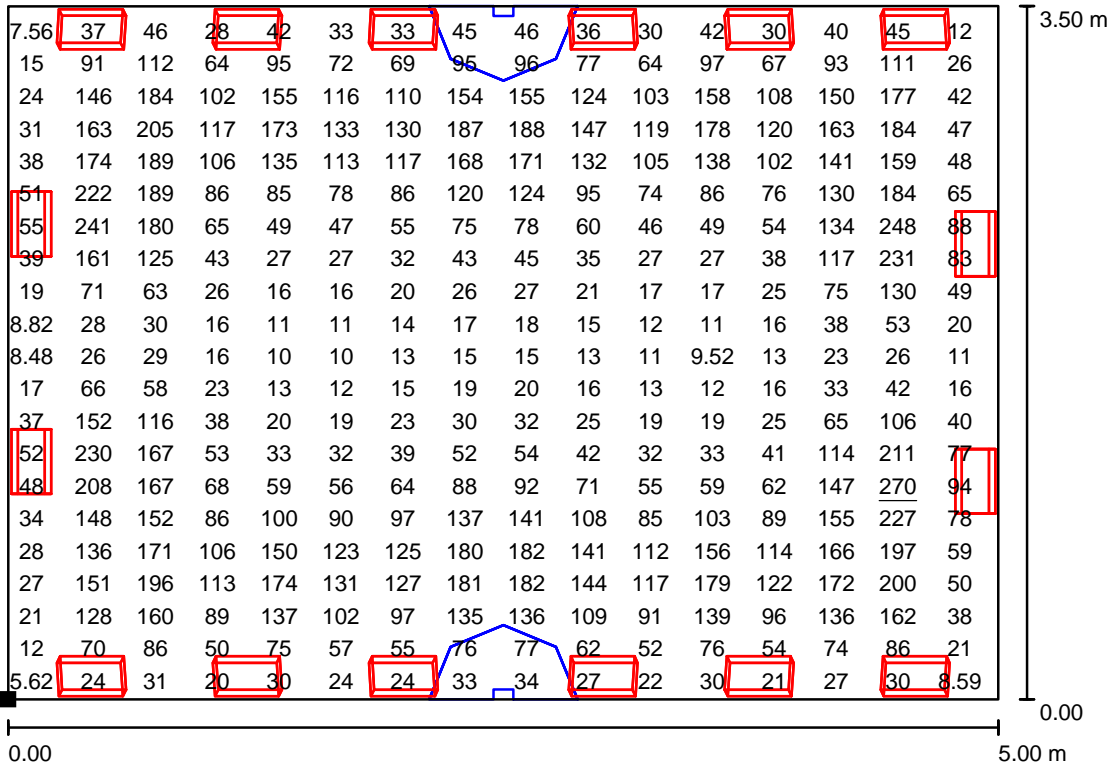


Grafico de valores



10.24 Simulación 17LED FLOOD

Lista de piezas de las luminarias

17Pieza

**Philips LEDflood BCP730 AWB
WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias:

195 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

Clasificación luminarias según CIE:

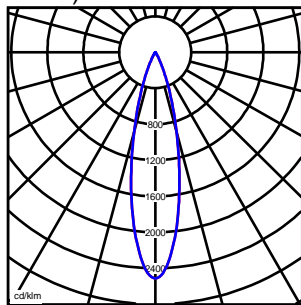
100

Código CIE Flux: 97 99 99 100 57

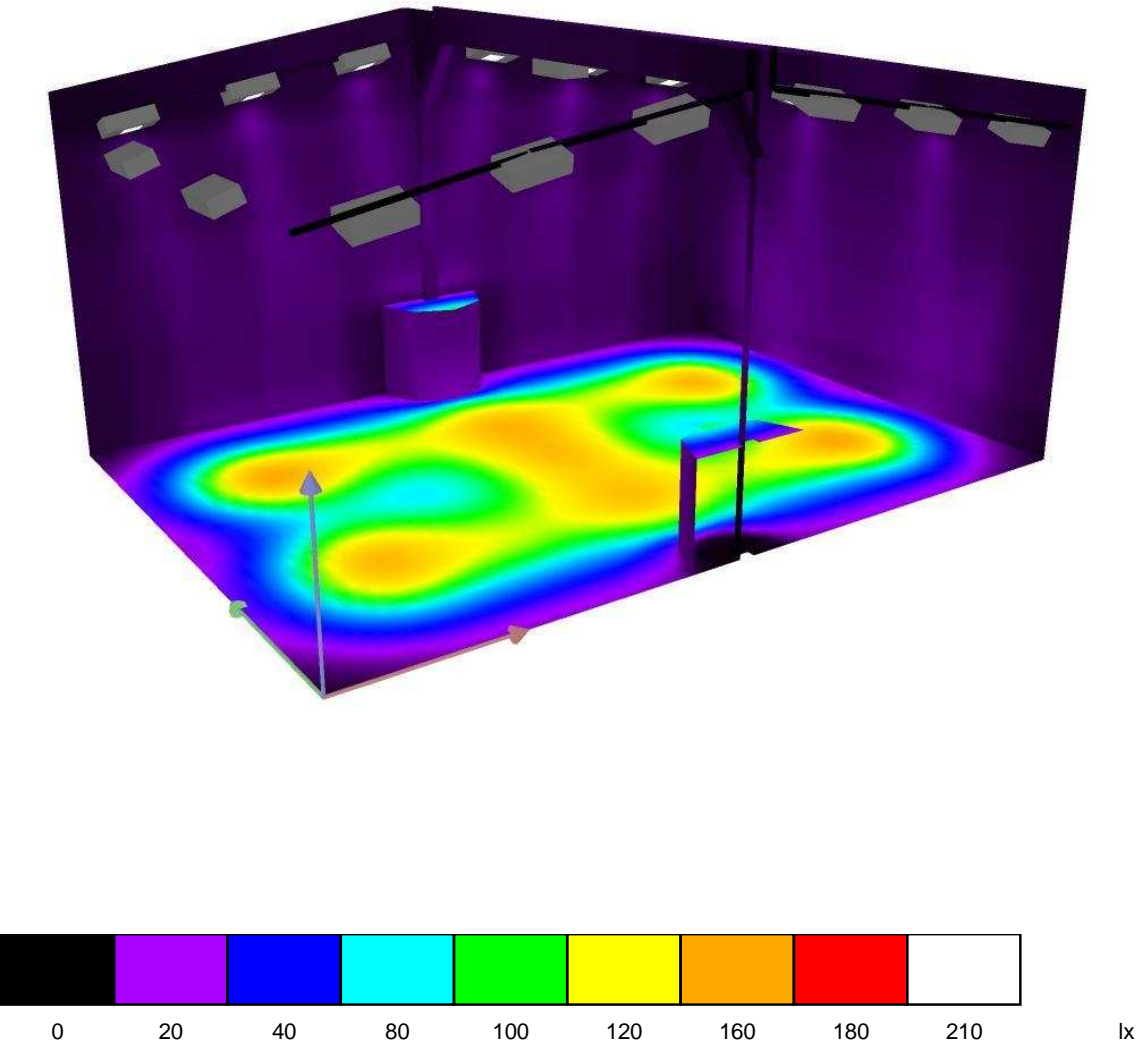
Armamento: 3 x LED-LXHL-III-

LB/WH (Factor de corrección

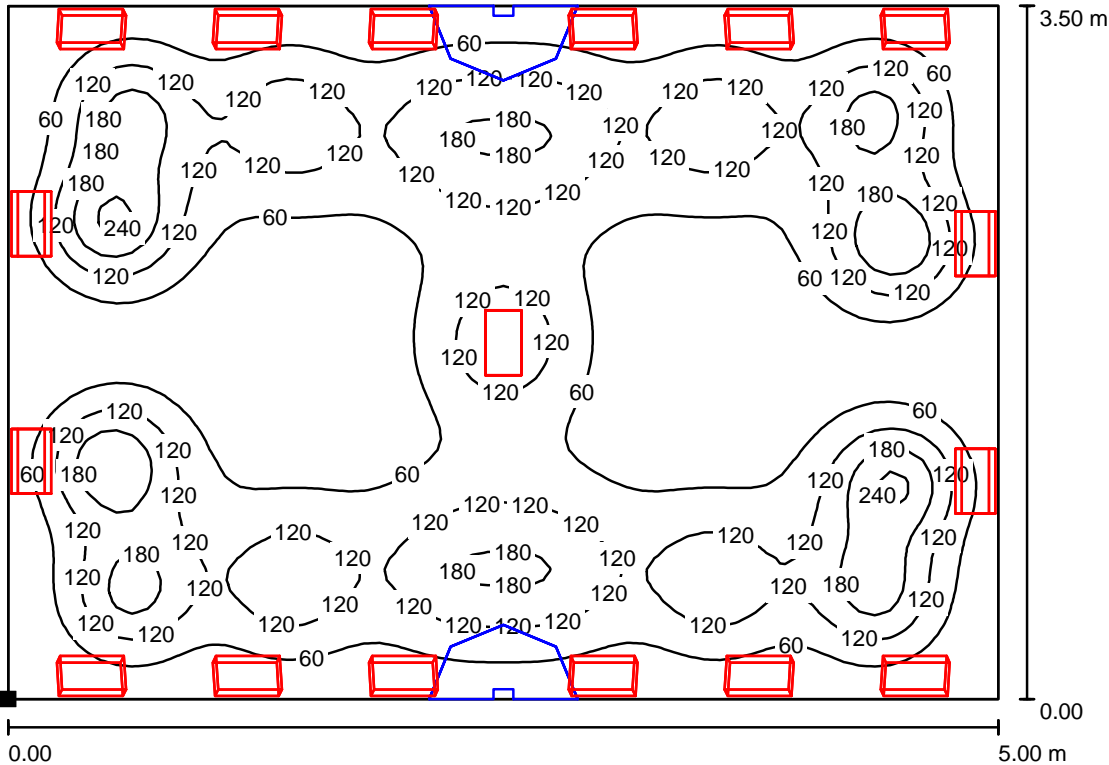
1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
85	3.21	270	0.04	0.01

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	85	3.21	270	0.04
Suelo	20	81	0.95	162	0.01
Techos (7)	70	3.96	0.00	6.90	/
Paredes (6)	0	6.75	1.73	13	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	17	Philips LEDflood BCP730 AWB WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH (1.000)	195	0
total:			3315	0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

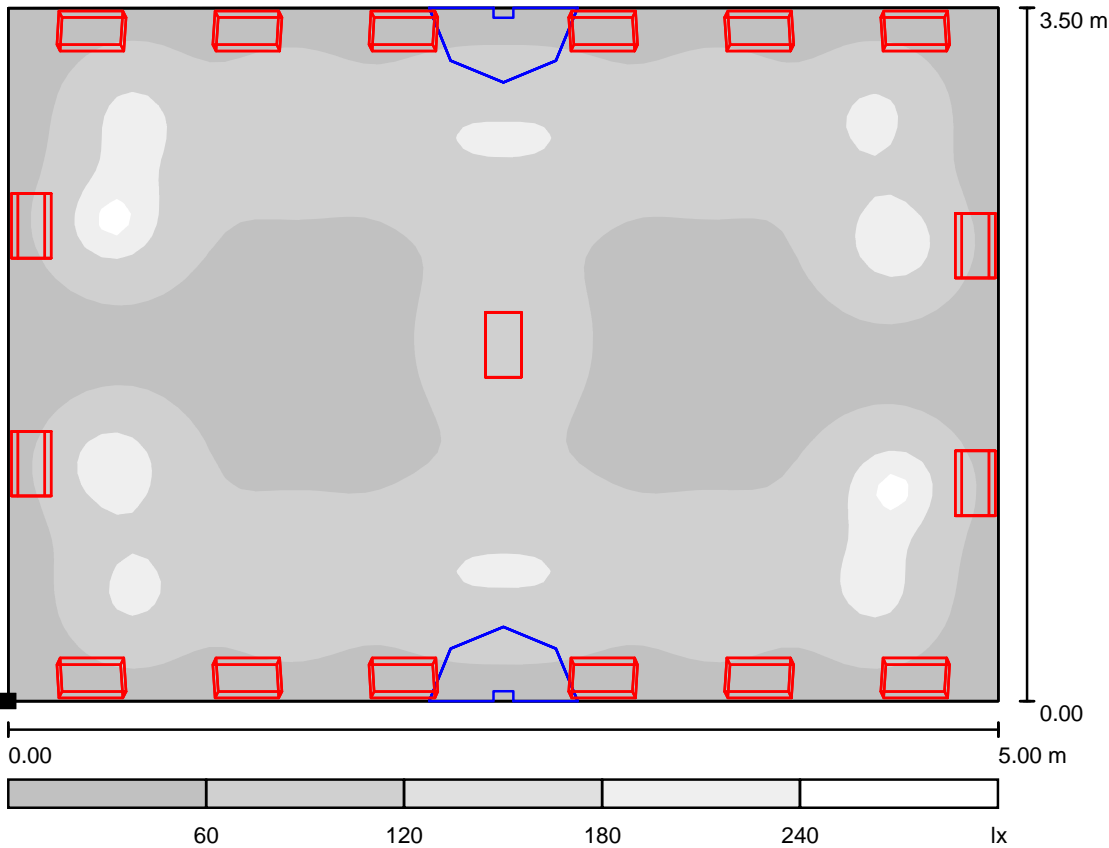
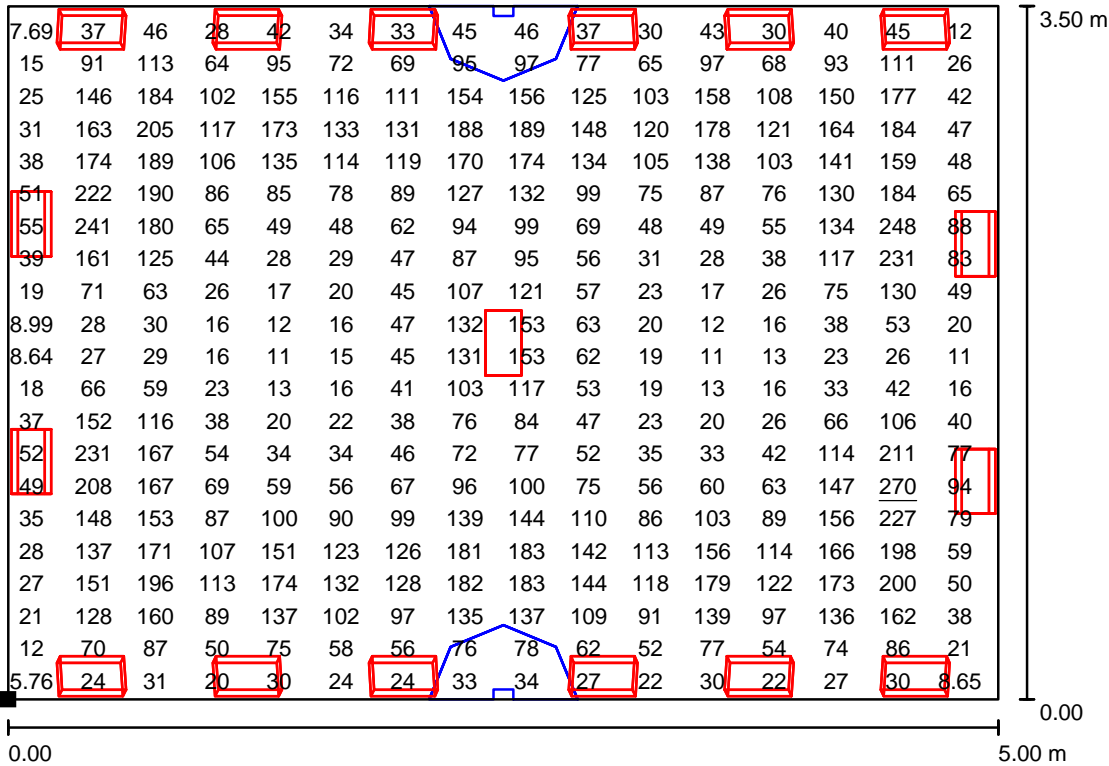


Grafico de valores



10.25 Simulación 17LED FLOOD

Lista de piezas de las luminarias

17Pieza

**Philips LEDflood BCP730 AWB
WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias:

195 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

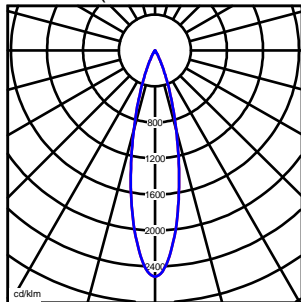
Clasificación luminarias según CIE:

100

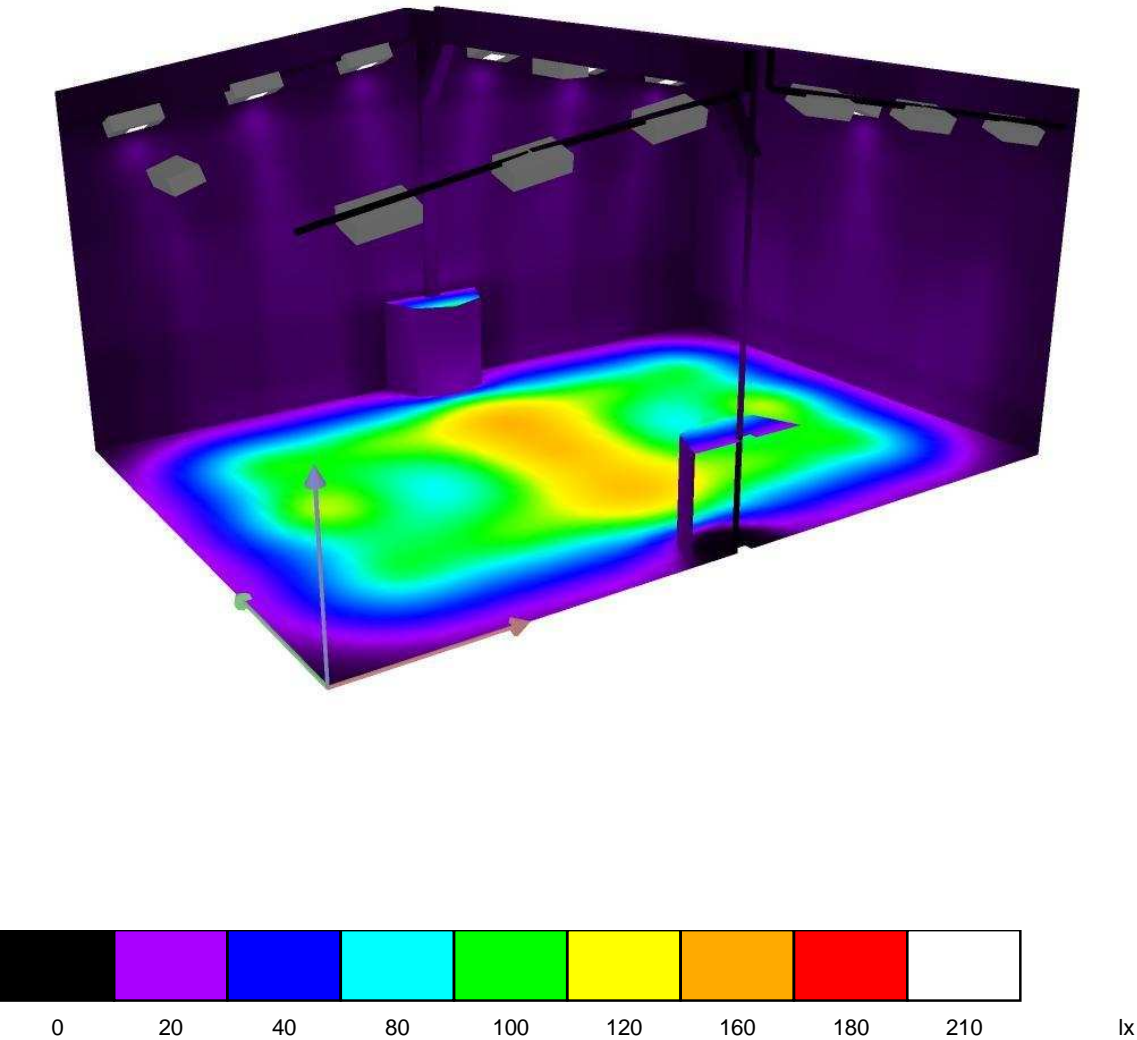
Código CIE Flux: 97 99 99 100 57

Armamento: 3 x LED-LXHL-III-

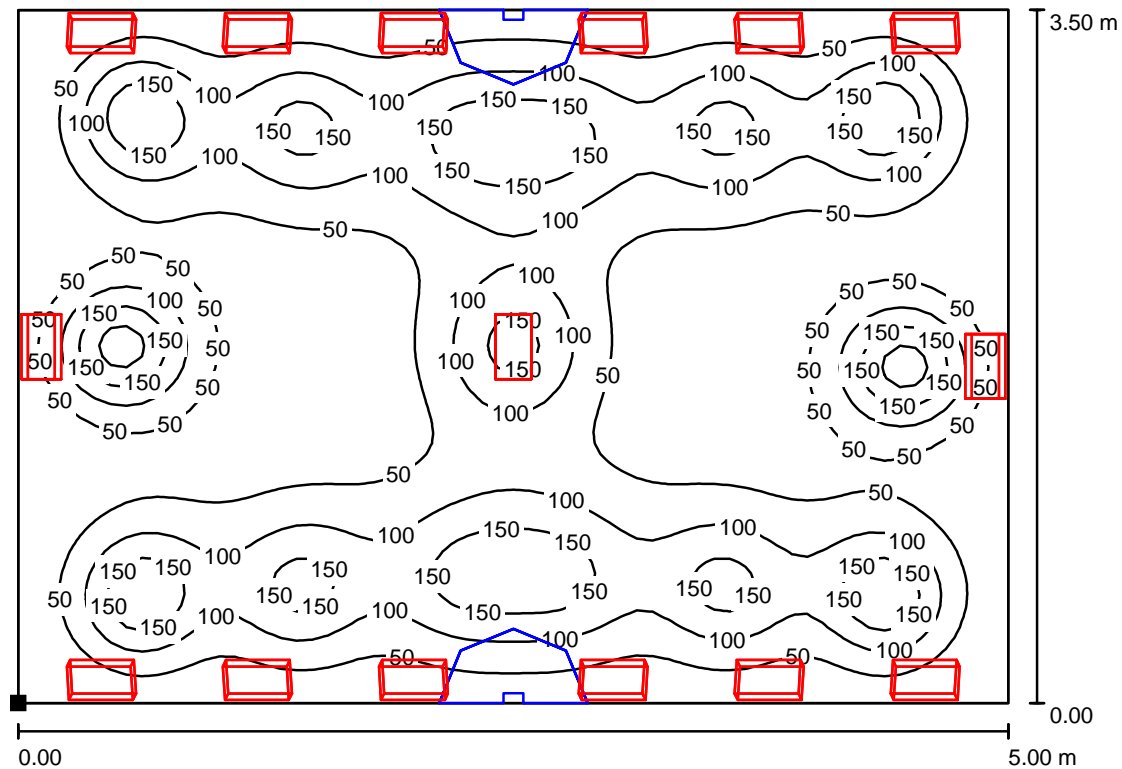
LB/WH (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)
 Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
75	2.84	241	0.04	0.01

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	75	2.84	241	0.04
Suelo	20	72	0.84	156	0.01
Techos (7)	70	3.56	0.00	6.30	/
Paredes (6)	0	5.94	1.51	12	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	15	Philips LEDflood BCP730 AWB WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH (1.000)	195	0
total:			2925	0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

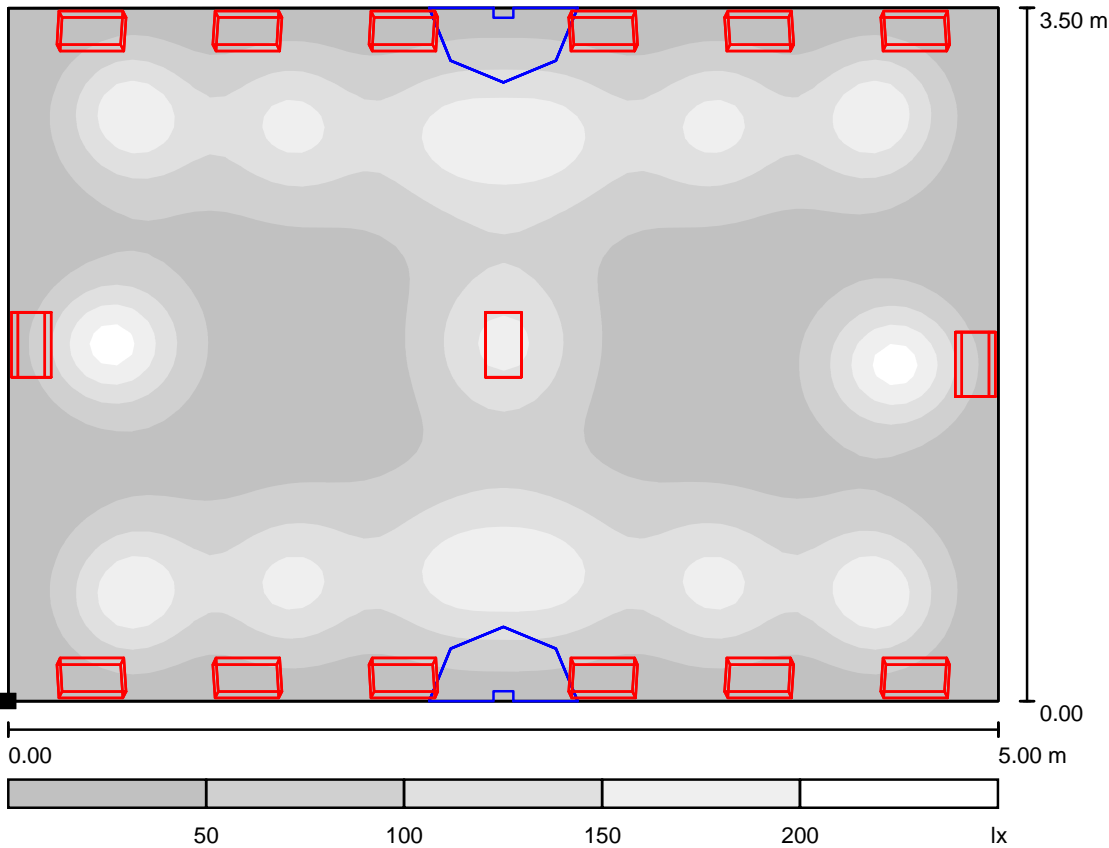
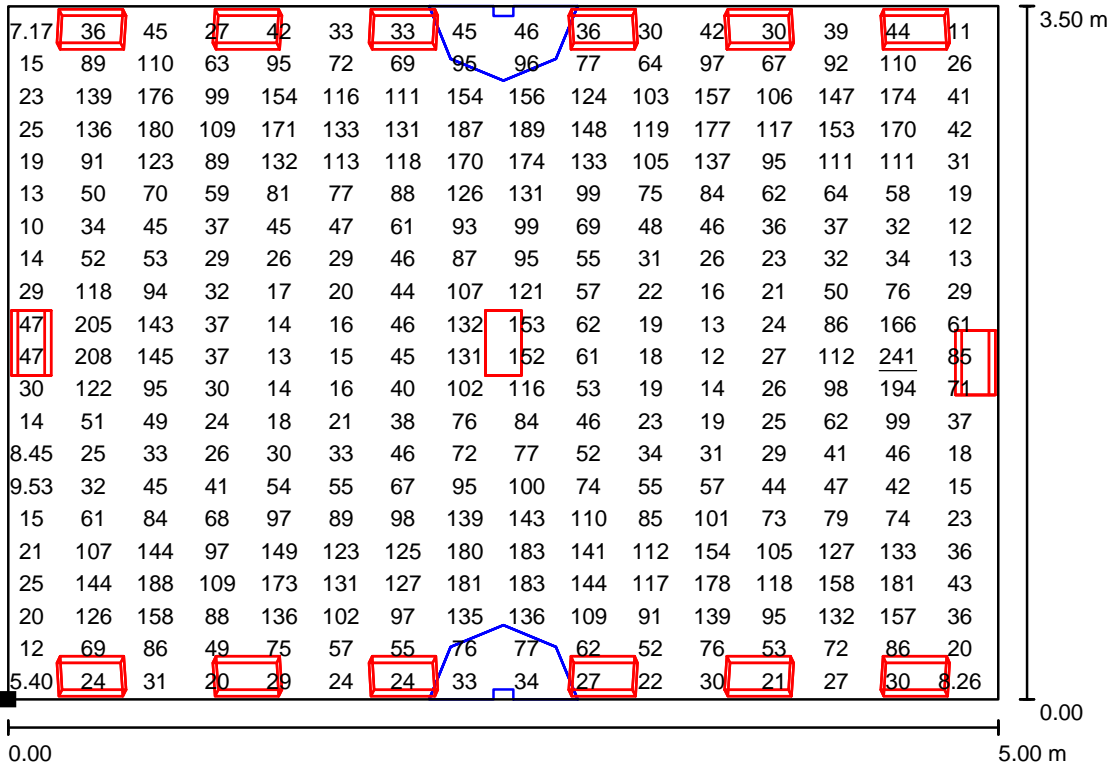


Grafico de valores



10.26 Simulación 17LED FLOOD

Lista de piezas de las luminarias

17Pieza

**Philips LEDflood BCP730 AWB
WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH**

Nº de artículo:

Flujo luminoso de las luminarias:

195 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

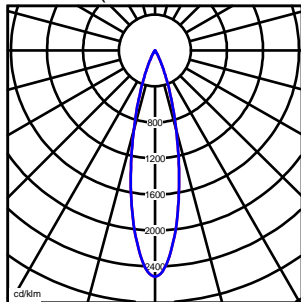
Clasificación luminarias según CIE:

100

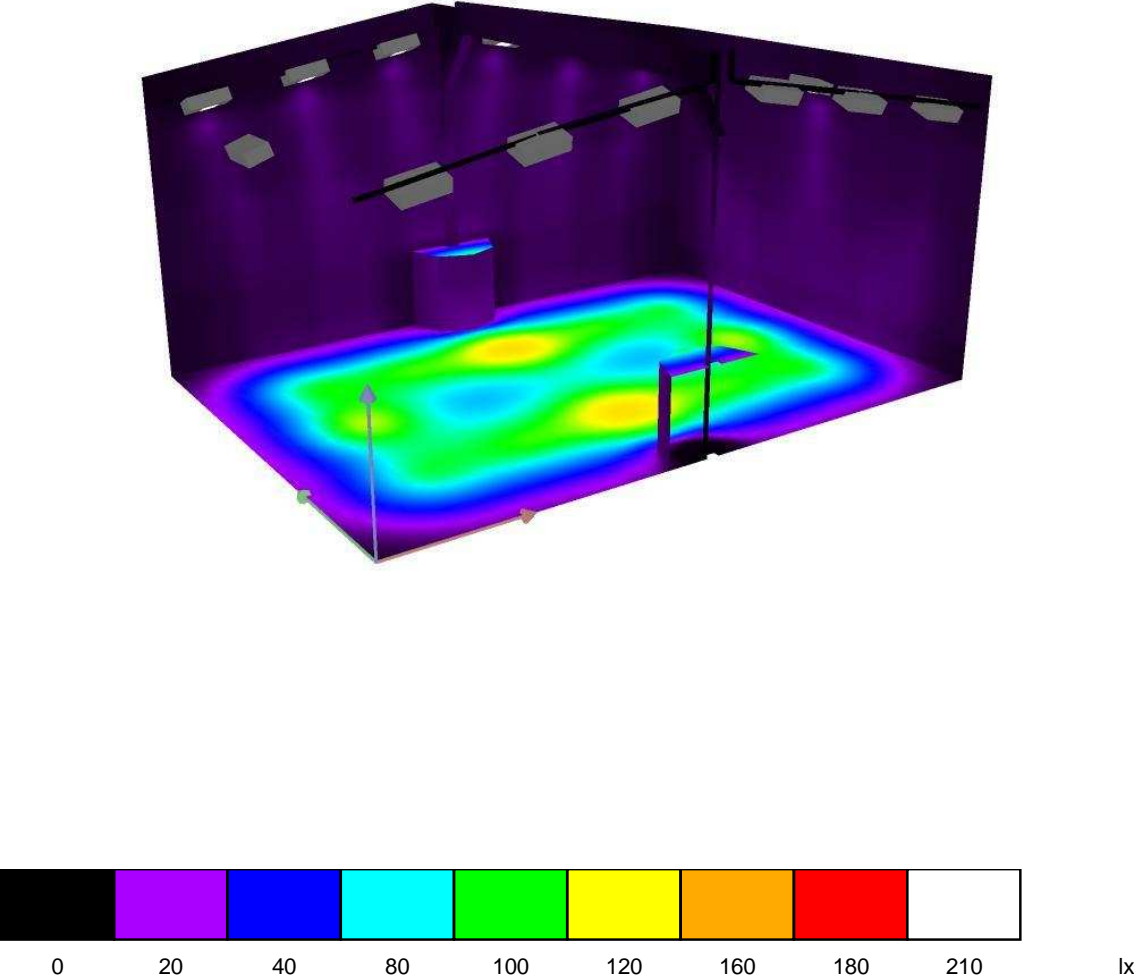
Código CIE Flux: 97 99 99 100 57

Armamento: 3 x LED-LXHL-III-

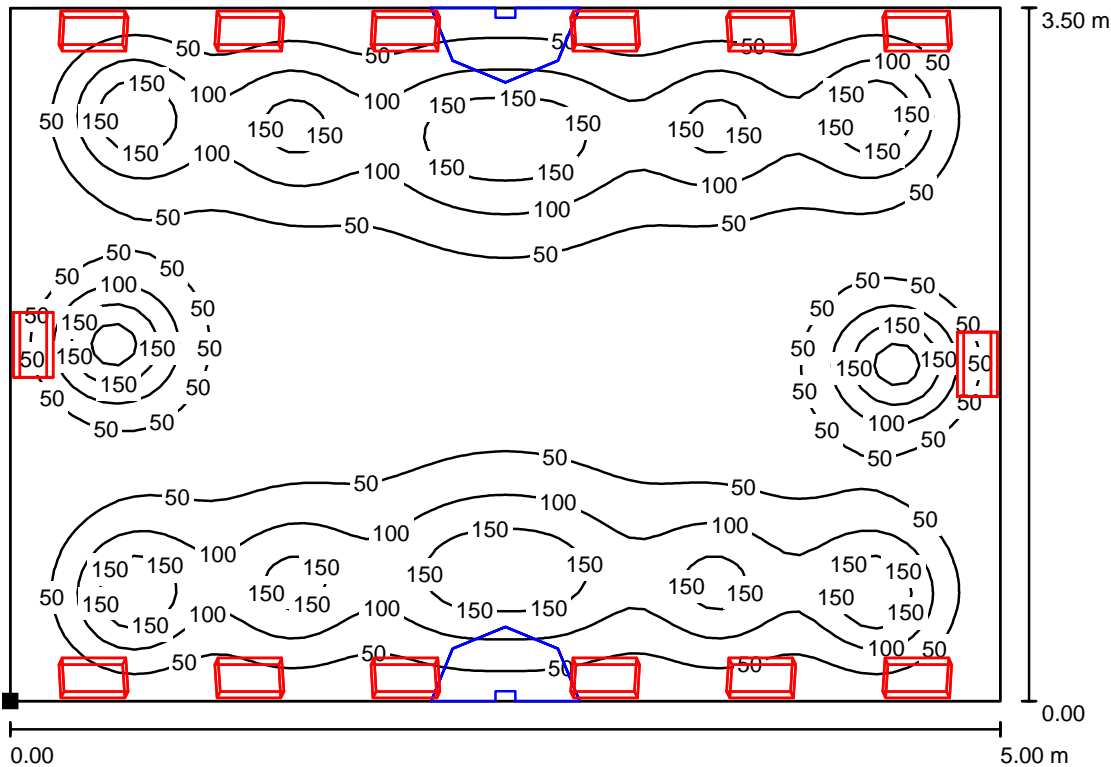
LB/WH (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
70	2.75	241	0.04	0.01

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	70	2.75	241	0.04
Suelo	20	67	0.79	135	0.01
Techos (7)	70	3.49	0.00	7.04	/
Paredes (6)	0	5.62	1.43	12	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	14	Philips LEDflood BCP730 AWB WB 3xLED-LXHL-III-LB/WH (1.000)	195	0
total:			2730	0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

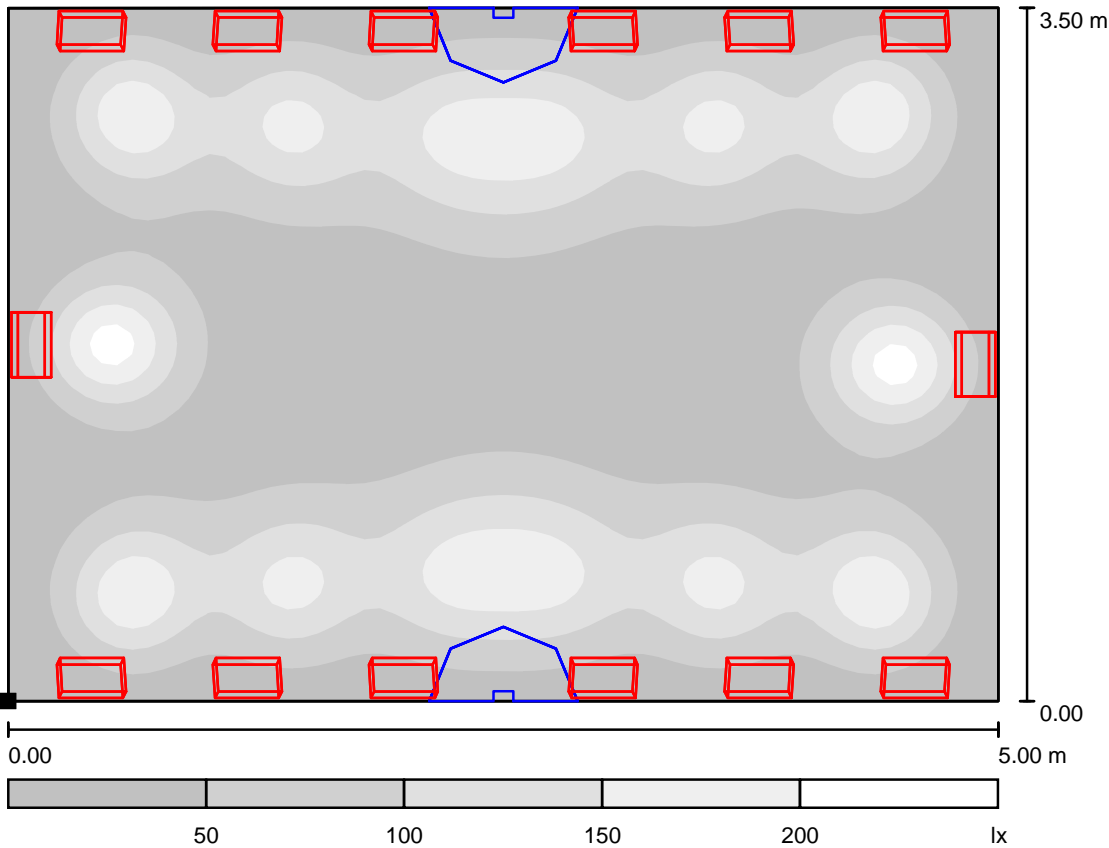
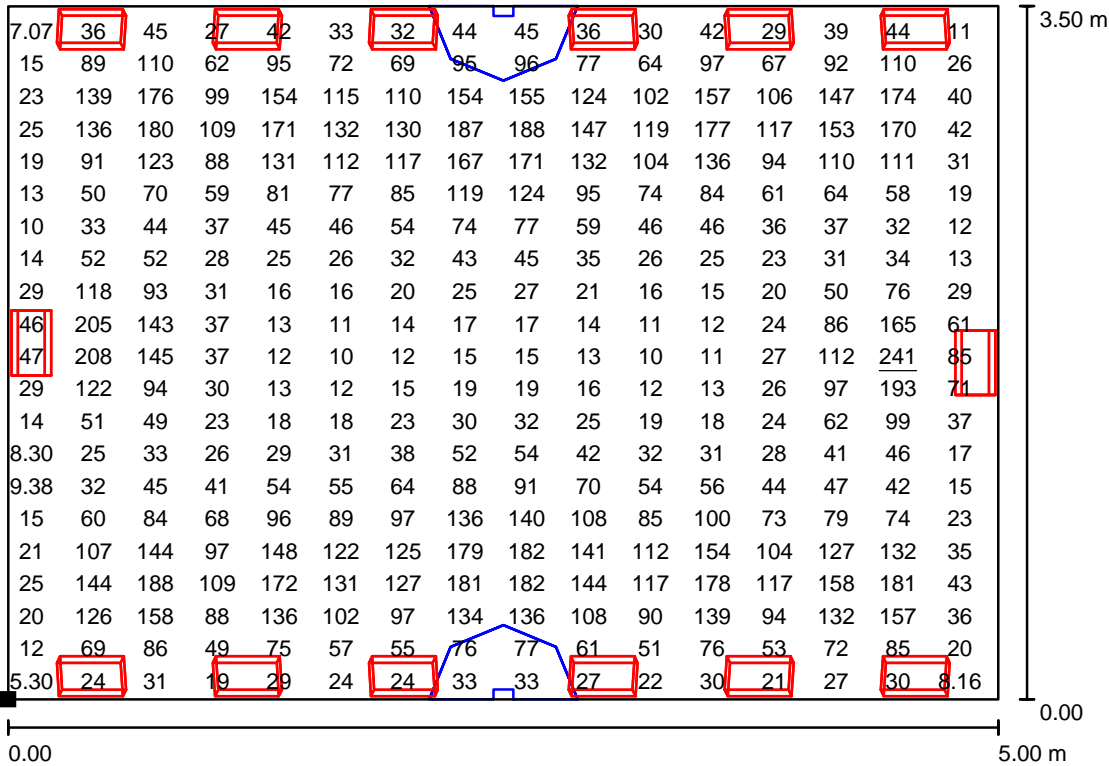


Grafico de valores



10.27 Simulación 268 LINEARLIGHT OSRAM

Lista de piezas de las luminarias

268Pieza

OSRAM GmbH OS-OP 4x1-20 LINEARlight Optics OS-OP 4x1-20

Nº de artículo: OS-OP 4x1-20

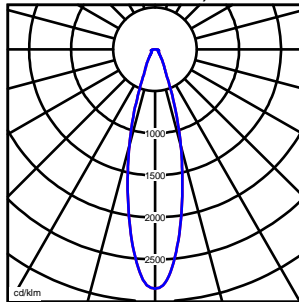
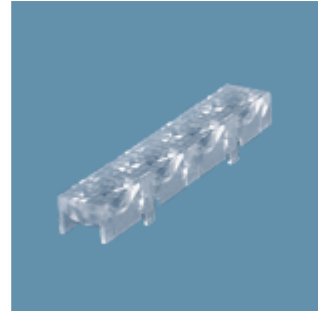
Flujo luminoso de las luminarias: 2 lm

Potencia de las luminarias: 0 W

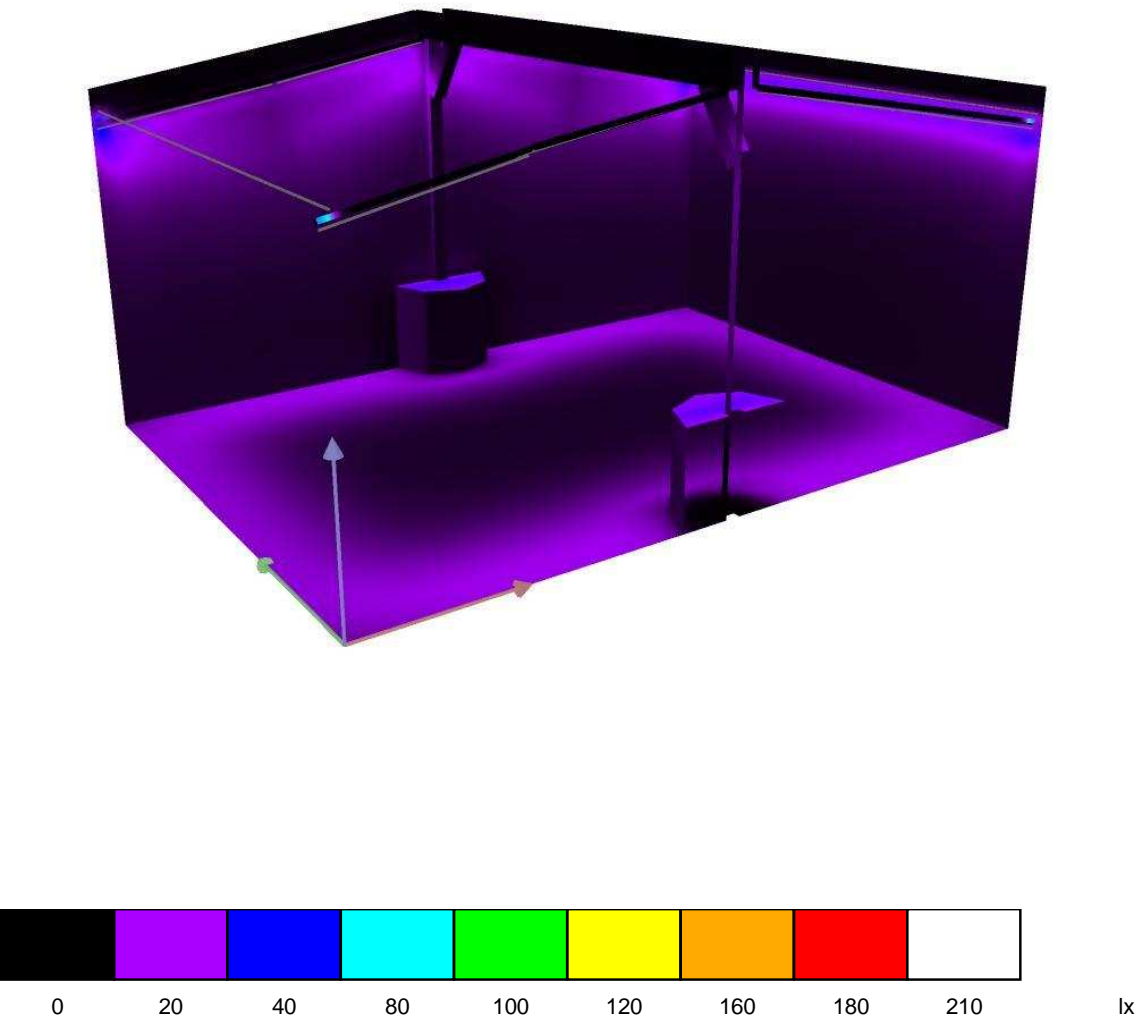
Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 79 88 95 100 100

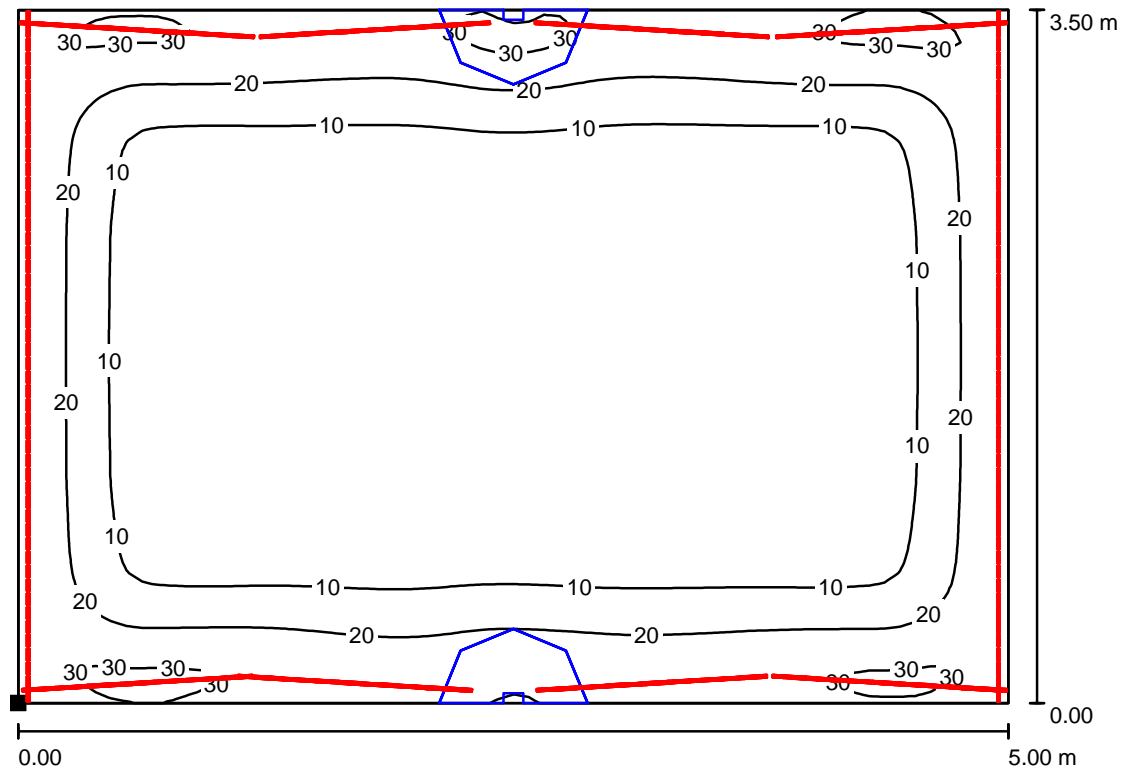
Armamento: 1 x LINEARlight OS-OP4x1-20 (Factor de corrección 1.000).



Rendering colores falsos



Isolineas



Valores en Lux, Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
12	2.11	34	0.17	0.06

Altura del local: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	12	2.11	34	0.17
Suelo	20	10	0.45	19	0.04
Techos (7)	70	0.64	0.00	6.84	/
Paredes (6)	0	6.39	0.43	58	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	268	OSRAM GmbH OS-OP 4x1-20 LINEARlight Optics OS-OP 4x1-20 (1.000)	2	0
total:				536
				0

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/100 lx (Base: 17.50 m²)

Gama de grises

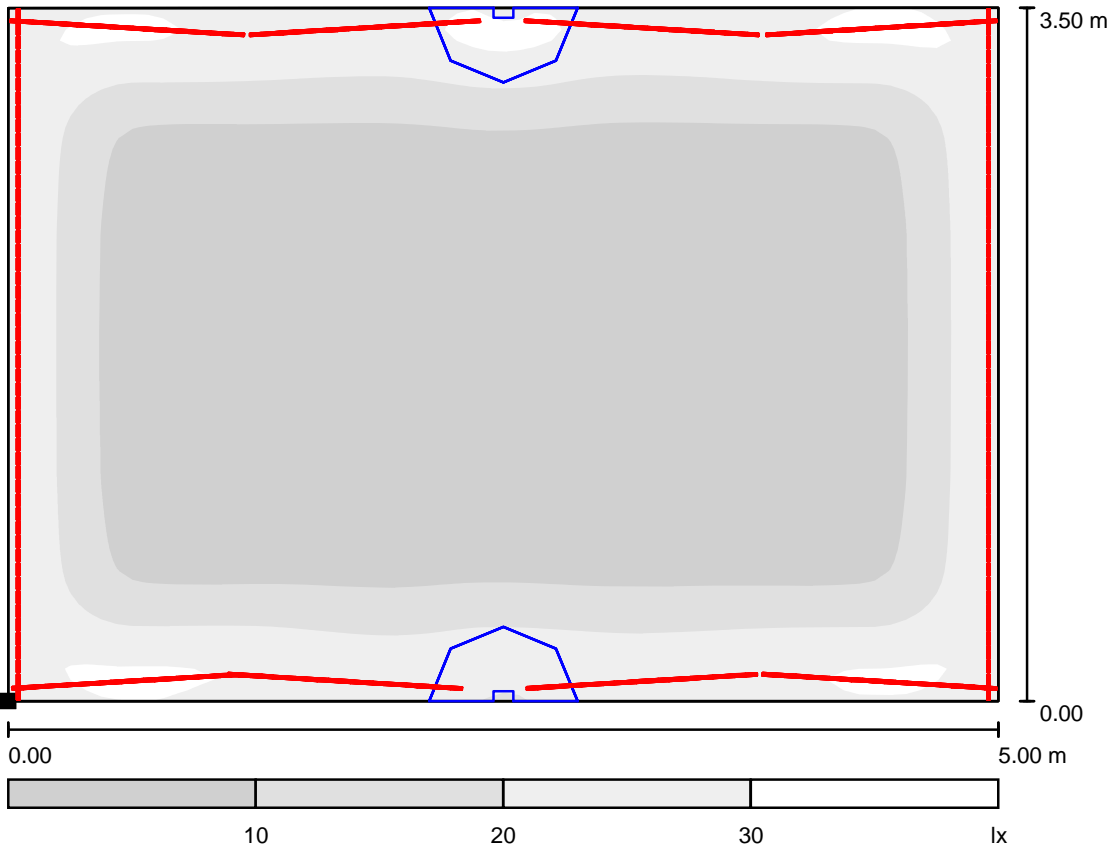


Grafico de valores

